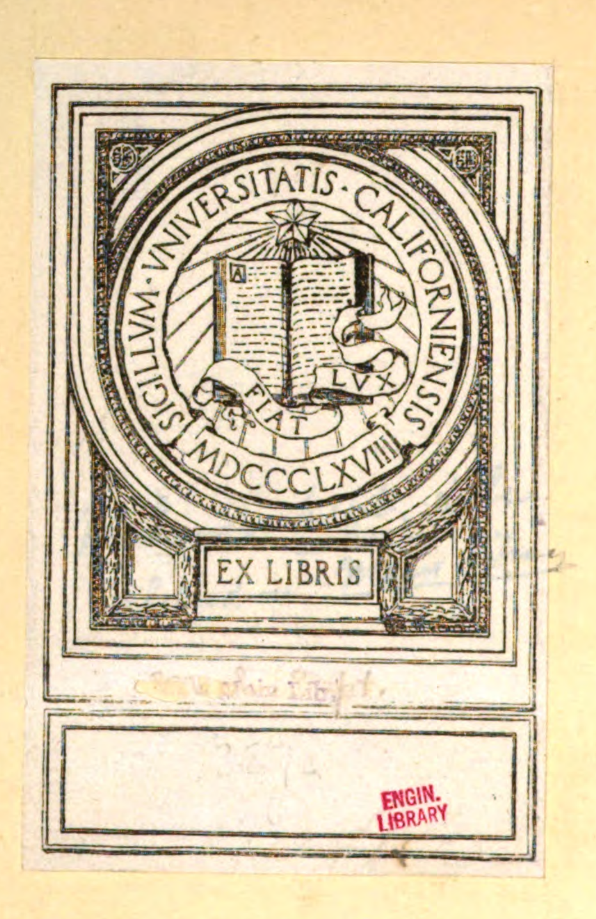



UC-NRLF
B 2 860 098


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



Jahrbuch

der

drahtlosen Telegraphie und Telephonie

sowie des Gesamtgebietes der elektromagnetischen Schwingungen.

Unter Mitarbeit

von

Prof. **M. Abraham** (Mailand), Chefingenieur Graf **v. Arco** (Berlin), Prof. **A. Blondel** (Paris), Prof. **Ferdinand Braun** (Straßburg), Reg.-Rat **H. Eales** (Groß-Lichterfelde), Prof. **J. A. Fleming** (London), Dr. **Lee de Forest** (New York), Prof. **Josef von Geitler** (Czernowitz), Prof. **Leo Graetz** (München), Ingenieur **W. Hahnemann** (Kiel), Postrat **O. Jentsch** (Erfurt), Dr. **L. Mandelstam** (Straßburg i. E.), Dr. **Guglielmo Marconi** (London), Dr. **Eugen Nesper** (Berlin), Prof. **J. W. Nicholson** (Cambridge), Ingenieur Dr. **Valdemar Poulsen** (Kopenhagen), Dr. phil. **Heinrich Freiherr Rausch v. Traubenberg** (Berlin), Prof. **Augusto Righi** (Bologna), Ingenieur Dr. **J. S. Sachs** (Frankfurt a. M.), Prof. **Adolf Slaby** (Berlin), Leut. **Thor Thörnblad** (Stockholm), Prof. **C. Tissot** (Paris), Prof. **Max Wien** (Jena)

und unter besonderer Mitwirkung

von

Prof. Dr. J. Zenneck

herausgegeben

von

Dr. Gustav Eichhorn

(ehemal. Leiter der Ostseeversuchsstationen von Prof. Braun-Siemens & Halske)

in Zürich.



LEIPZIG
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH
1913.

Inhaltsverzeichnis.

Erstes Heft.

Ausgegeben im Juli 1912.

Zweites Heft.

Ausgegeben im September 1912.



Drittes Heft.

Viertes Heft.

Fünftes Heft.

Ausgegeben im Februar 1913.

Sechstes Heft.

Ausgegeben im März 1913.

Jahrbuch
der
drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Band 6. 1912. Heft 1.

Versuche über gerichtete drahtlose Telegraphie.

Von **Franz Kiebitz.**

(Mitteilung aus dem Kaiserl. Telegraphenversuchsamt.)

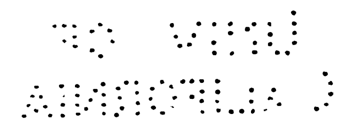
In der Praxis der drahtlosen Telegraphie werden zwei Mittel benutzt, um gerichtet zu telegraphieren, erstens nach dem Vorgang von Marconi geknickte Antennen und zweitens Paare von zwei Antennen, die mit Schwingungen von entgegengesetzter Phase gespeist werden.

In derselben Weise wie Antennenpaare wirken die von Bellini und Tosi ursprünglich verwendeten schleifenförmigen Luftleitergebilde, weil das Feld schon in kleinen Entfernungen wegen der Erdnähe dasselbe ist wie in der Umgebung eines Antennenpaares[1]). Die Schleifenantennen haben den Vorteil einfacher Bauweise gegenüber Paaren von Luftleitern; andererseits haben sie den Nachteil, daß der Mastabstand eines gleichwertigen Luftleiterpaares im allgemeinen kleiner ist als der Abstand, den man mit zwei einzelnen Masten leicht erreichen kann. Eine Verringerung des Mastabstandes ist zwar für die Erzielung eines scharfen Strahlungsminimums günstig, aber ungünstig, wenn es darauf ankommt, in der Richtung des Maximums möglichst große Reichweiten zu erzielen.

Außer diesen beiden Methoden sind wiederholt Vorschläge und Versuche über gerichtete Telegraphie gemacht worden. Besonders sind die erfolgreichen Versuche von Braun zu nennen, der drei Luftleiter mit phasenverschobenen Schwingungen speiste. Diese Art der Richtungstelegraphie ist jedoch seither nicht eingeführt worden, offenbar wegen der Schwierigkeiten, die es bereitet, rasche Schwingungen von beliebiger Phasenverschiedenheit herzustellen.

---

1) F. Kiebitz, Verh. Deutsch. Phys. Ges. X, 935, 1908.
2) F. Braun, Jahrb. 1, 1, 1907.



Ohne Schwierigkeit lassen sich Phasenunterschiede von einer halben Periode herstellen in den beiden Hälften eines Gebildes, das in der Form einer halben Welle schwingt. Hierauf beruht die Verwendung von Antennenpaaren. Die Strahlung der beiden Antennen hebt sich dann in der Richtung auf, in der sie nebeneinander erscheinen, weil dort zwei Wellenzüge entgegengesetzten Vorzeichens ohne Gangunterschied ankommen; in der Richtung dagegen, in der die Antennen hintereinander gesehen werden, sind die größten Gangunterschiede vorhanden, mithin entsteht dort die größte Schwingungsweite der durch die Übereinanderlagerung zweier Züge entstehenden Welle.

Ehe über die Telegraphie mit Antennenpaaren praktische Erfahrungen vorlagen, ist meist die Forderung gestellt worden, den Mastabstand gleich einer halben Wellenlänge zu machen. Doch ist diese Forderung weder technisch durchführbar noch notwendig [1]).

Ein Antennenpaar ergibt eine bevorzugte Strahlungsrichtung und ein scharfes Minimum. Kommt es darauf an, eine beliebige Telegraphierrichtung einstellen zu können — wie bei der Ortsbestimmung von Schiffen —, so kann man entweder eine große Anzahl von Antennenpaaren im Kreise aufstellen; nach diesem Verfahren wurden 1909 zum ersten Male vom Kgl. Preuß. Ministerium der öffentlichen Arbeiten auf dem Müggelsee bei Berlin funkentelegraphische Ortsbestimmungen vorgenommen, und seitdem ist das Verfahren von dieser Behörde weiter ausgebaut und angewendet worden [2]).

Ein anderes Verfahren, beliebige Haupttelegraphierrichtungen einzustellen, ist 1908 von Bellini und Tosi angegeben und seitdem beständig verbessert worden; es erfordert nur zwei unter rechtem Winkel gekreuzte Antennenpaare, in denen Schwingungen gleicher Phase und verschiedener Amplitude erregt werden.

In diesem Aufsatz ist eine Auswahl von Beobachtungen des Telegraphen-Versuchsamts über Richtungstelegraphie zusammengestellt.

Die Interferenzerscheinungen in der Umgebung von zwei nebeneinander aufgestellten geradlinigen Sendern, die mit Schwingungen von entgegengesetzter Phase gespeist werden, habe ich zunächst mit Wellen von 1 m Länge untersucht [3]).

Darauf wurde mit kleinen Feldstationen für 100 und 200 m

---

1) F. Kiebitz, Verh. Deutsch. Ges. X, 934, 1908.

2) Es sei auch auf die Anordnung von Telefunken, den sog. Telefunken-Kompaß hingewiesen (vgl. S. 85 des vorliegenden Heftes). Die Red.

3) F. Kiebitz, Ann. d. Phys. 22, 943 ff., 1907.

lange Wellen und einige Kilometer Reichweite nachgewiesen[1]), daß ein Paar von zwei Luftleitern, das in der Form einer halben Welle schwingt, ein scharfes Strahlungsminimum in der Richtung ergibt, in der die Antennen nebeneinander erscheinen.

Diese Wirkung ist nicht selbstverständlich. Würde sich nämlich das Antennenpaar verhalten wie ein schwingender Dipol mit wagerechter Achse, so würden die Richtungsunterschiede gerade entgegengesetzt sein. Es gelang jedoch, durch Versuche zu zeigen, daß entgegen dem Feldverlauf in der Umgebung eines wagerechten Dipols, die elektrischen Kräfte in der Umgebung eines solchen Antennenpaares im wesentlichen senkrecht verlaufen — offenbar infolge der Leitfähigkeit des Erdbodens; dadurch kommt dieselbe Feldverteilung zustande wie in der Umgebung von zwei nebeneinander stehenden Dipolen mit senkrechten Achsen[2]).

Ähnlich wie Paare von Luftleitern verhalten sich in bezug auf ihre Richtwirkung auch Paare von Erdantennen. Diese wirken wie metallische Einlagerungen von selektiver Leitfähigkeit, also wie abstimmbare Gebilde in einem Halbleiter[3]).

Ihre Strahlungsfähigkeit beruht daher darauf, daß elektrische Verschiebungsströme in der Nähe der Antenne in das Erdreich eindringen bis zu einer gewissen Tiefe, die von der Bodenbeschaffenheit abhängt; in tieferen Schichten schließen sie sich ganz durch den Leitungsstrom.

Man ist darum berechtigt, die Fernwirkung einer Erdantenne aufzufassen als die Vektorsumme der Fernwirkungen einer stetigen Folge von Dipolen mit senkrechter Achse; die Summenwirkung kann man ersetzt denken durch die Wirkung eines einzigen gleichwertigen Dipols.

Die Fernwirkung eines Paares von Erdantennen stimmt dann überein mit derjenigen von zwei gleichwertigen Dipolen mit senkrechten Achsen. Darum sind die Richtungsunterschiede dieselben wie bei einem Paar von Luftleitern.

Mit Paaren von Erdantennen wurden im Sommer 1911 Untersuchungen über gerichtete Funkentelegraphie in der Nähe von Belzig im Fläming ausgeführt[4]). Die benutzten Einrichtungen habe ich kürzlich in diesem Jahrbuch (Bd. 5, S. 349 ff.) beschrieben.

---

1) F. Kiebitz, Verh. Deutsch. Phys. Ges. X, 934 ff., 1908.

2) F. Kiebitz, Ann. d. Phys. 32, 967, 1910.

3) F. Kiebitz, Ann. d. Phys. 32, 974, 1910; Verh. Phys. Ges. 13, 877, 1911; Jahrb 5, 350, 1912.

4) F. Kiebitz, Verh. D. Phys. Ges. 13, 876 ff. 1911.

Sie bestanden u. a. aus vier 120 m langen Erdleitungen mit Endkondensatoren, die in der Form eines rechtwinkeligen Kreuzes aufgestellt waren, ungefähr in den vier Haupthimmelsrichtungen. Die genaue Richtung der Antennen war so gewählt, daß die Richtung einer Versuchsstation in Berlin-Schöneberg symmetrisch zu diesem Kreuz lag, und mit den Antennen Winkel von 45° bildete (Fig. 1).

Die Lautstärken beim Empfang von Schöneberg wurden nach der Parallelohmmethode beurteilt. Es ergaben sich ähnliche Werte, wenn die Antennenpaare NS oder OW oder NW oder OS benutzt wurden; dagegen wurde in den Paaren NO und SW, die senkrecht zur Schöneberger Richtung standen, kein sicherer Empfang erzielt.

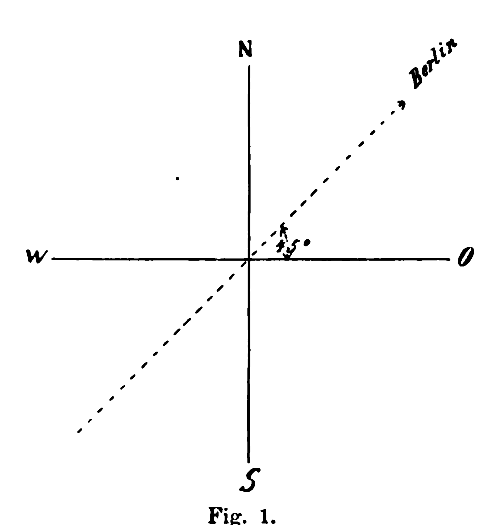


Fig. 1.

Mit Hilfe des Antennenkreuzes wurden nach dem radiogoniometrischen Prinzip von **Bellini** und **Tosi** die Richtungen einiger ferner Sendestationen auf funkentelegraphischem Wege bestimmt.

Um vorher zu prüfen, ob starke Unregelmäßigkeiten in der Bodenbeschaffenheit der Umgebung der Station vorhanden wären, wurde eine kleine Sendestation für 200 m Wellenlänge aufgestellt und ihre Reichweite in verschiedenen Richtungen mit tragbaren Empfangsstationen[1]) bestimmt. Sie betrug für alle Richtungen 2,5 km, so daß angenommen werden kann, daß in diesem Umkreis erhebliche Störungen der Wellenausbreitung nicht vorhanden waren.

Bei der Richtungsbestimmung von Schöneberg ergab sich mit der Welle 1400 eine östliche (Rechts-)Abweichung von 8° gegen die geographische Richtung. Diese Abweichung wurde wiederholt festgestellt. Mit der Welle 2900 ergab sich sogar eine Abweichung von 10° in demselben Sinne.

Diese Abweichungen hätten möglicherweise durch eine Unsym-

1) F. **Kiebitz**, Ann. d. Phys. **32**, 946—948, 1910.

metrie in dem Radiogoniometer oder in der Antennenanlage verursacht sein können. Die symmetrische Lage der Schöneberger Richtung zu dem Antennenkreuz ermöglichte es, eine derartige Unsymmetrie in der Empfangsanordnung erkennen zu lassen. Zu diesem Zweck wurden die Anschlüsse der Antennen im Radiogoniometer paarweise vertauscht. Wäre die Empfangseinrichtung elektrisch unsymmetrisch gewesen, so hätten sich bei verschiedenen Schaltungen verschiedene Richtungen ergeben müssen. Dies war jedoch mit einer Zuverlässigkeit von 3° nicht der Fall.

Die funkentelegraphische Richtungsbestimmung von Norddeich ergab südliche (Links-)Abweichungen gegen die geographische Richtung, deren Betrag an verschiedenen Tagen verschiedene Werte hatte und zwischen 0° und 7° schwankte. Die Ursachen für die Abweichungen und ihre Schwankungen müssen in der unhomogenen Beschaffenheit der Erdoberfläche und ihrer Veränderung mit der Wetterlage gesucht werden.

Der Sinn der beobachteten Abweichungen erklärt sich durch die Annahme, daß die nördlich von Belzig liegenden Havelseen die Wellenausbreitung begünstigen und der Wellenfront eine den Seen zugeneigte Richtungsänderung erteilen.

Die Richtungsbestimmungen vom Eiffelturm und von Poldhu ergaben die geographische Richtung.

Beim gerichteten Empfang von Norddeich und vom Eiffelturm fiel besonders auf, daß es wohl gelang, je nach der Richtung ein lautes Maximum und ein leises Minimum der Zeichen einzustellen, doch war die Empfangsstärke für keine Richtung Null. Diese Erscheinung ist so zu erklären, daß auf dem Wege über viele hundert Kilometer die Wellen durch Berge, Flüsse, Wälder, Städte, Wolken oder inhomogene Schichten im Erdinnern gebeugt und allmählich teilweise diffus werden.

Eine noch auffallendere Erscheinung ähnlicher Art wurde neuerdings monatelang beobachtet. In der Nähe von Güstrow auf dem Bauhofsfeld wurde ein ähnliches Kreuz von vier 250 m langen Erdantennen errichtet, 325 km östlich von Norddeich und 145 km westlich von Swinemünde. Die Richtung der vier Antennen stimmte mit den Haupthimmelsrichtungen überein (Fig. 2).

Wenn in Norddeich mit der Welle 1650 gesandt wurde, so konnten in dem Ostwestantennenpaar die Zeichen mit großen Lautstärken gehört werden, ebenso die Zeichen von Swinemünde. In dem Nordsüdpaar dagegen waren am Tage die Zeichen von beiden Stationen

unhörbar, wie es nach der Richtung zu erwarten war. Völlig anders war das Verhalten bei Nacht. Swinemünde wurde bei Nacht häufig auch in der Nordsüdantenne wenn auch leise gehört. Die Lautstärken der doppelt soweit entfernten Station Norddeich erreichten in den Nordsüdantennen nachts regelmäßig große Werte, die oftmals den Lautstärken der Ostwestantennen fast gleich kamen, aber im Verlauf einer halben Stunde Schwankungen erkennen ließen. Die radiogoniometrische Bestimmung, die am Tage ein scharfes Minimum ergab, ließ bei Nacht ein sehr unscharfes Minimum in der Nordsüdrichtung erkennen.

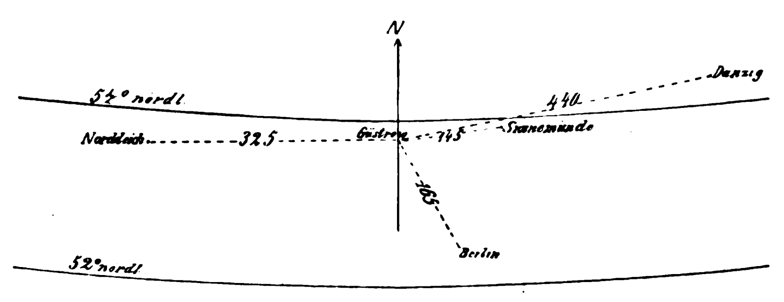


Fig. 2.

Eine befriedigende Erklärung dieser Erscheinung, die unter vielen verschiedenen Bedingungen beobachtet wurde, habe ich bisher nicht gefunden.

In Swinemünde unmittelbar am Strand wurde eine Richtungsbestimmung von Norddeich in folgender Weise ausgeführt: Ein 200 m langer isolierter Draht wurde auf 4 m hohen Pfählen gehalten und im Kreise um seine Mitte durch alle Himmelsrichtungen gedreht. In der Mitte war ein Empfangsapparat eingeschaltet, in dem die Zeichen von Norddeich beobachtet wurden; ungefähr in der Ostwestrichtung zeigte sich ein sehr unscharfes Maximum. Wurde die Leitung gedreht, so verschwanden die Zeichen in einem Bereich von 70°. Die Grenzen dieses Nullbereiches konnten bei häufig wiederholter Einstellung mit Abweichungen von nur 2° eingestellt werden. Die Mitte des Nullbereiches gab die zur Haupteinfallsrichtung der Wellen von Norddeich senkrechte Richtung an.

An verschiedenen Tagen wurden auf diese Weise verschieden große Abweichungen der funkentelegraphisch ermittelten Richtung von der geographischen festgestellt; ihre Größe schwankte zwischen 10° und 20°; ihr Sinn (nördliche, Rechtsabweichung) entsprach einer

stärkeren Wellenausbreitung von der Seeseite her gegenüber der Landseite.

Bei Güstrow wurden derartige Versuche in unmittelbarer Nähe von Binnenseen wiederholt, ohne daß sich eine Abweichung von der geographischen Richtung hätte erkennen lassen.

Zur Prüfung der Richtwirkung einfacher wagerechter Antennen wurden außer der beschriebenen Anlage von vier Antennen in Güstrow auch wagerechte Leitungen verwendet, die am Strand in Swinemünde und Norddeich aufgestellt waren; ihre Länge betrug entweder 500 oder 250 m; ihre Höhe über der Erde teils 25 m (im Mittel), teils 10, teils 5 m. Diese sämtlichen Antennen wurden für Sende- und Empfangsversuche verwendet im Wechselverkehr untereinander sowie mit den Küstenstationen in Norddeich, Swinemünde und Danzig sowie mit Versuchsstationen in Emden und Berlin.

Entsprechend der Richtwirkung von Marconis geknickten Antennen ließen diese wagerechten Antennen insofern Richtungsunterschiede erkennen, als meistens die Fernwirkung der zugewandten Antennen etwas kleiner war als die der abgewandten, sowohl beim Senden als beim Empfangen. Seitliche Minima konnten nicht beobachtet werden, solange die Außenenden der Drähte frei endigten.

Die beobachteten Lautstärkenunterschiede waren bei weitem geringer als die Unterschiede, die durch Tag und Nacht verursacht werden oder durch die Empfindlichkeitsschwankungen der Detektoren. Immerhin können sie auf der Grenze der Reichweiten von Bedeutung werden. Gleichwohl dürfte die Bedeutung von Marconis geknickten Antennen weniger auf ihrer Richtfähigkeit beruhen als auf ihrer großen Belastungsfähigkeit.

Wurden die wagerechten Antennen mit freien Enden benutzt, so war in der Regel die Fernwirkung einer einfachen Antenne mit geringer Richtfähigkeit größer als die eines Antennenpaares mit starkem seitlichem Minimum. Dagegen wurden mit dem Antennenpaar größere Fernwirkungen erzielt, wenn an die Außenenden Leydener Flaschen mit geerdeter Außenbelegung angeschlossen wurden, deren Kapazität der Kapazität der benutzten einfachen Leitung ähnlich war.

An wagerechten Antennen mit Endkondensatoren wurden um so stärkere Richtungsunterschiede beobachtet, je kleiner die benutzte Wellenlänge war. Fig. 3 zeigt die benutzte Schaltung. L bedeutet den 250 m langen wagerechten Leitungsdraht, F eine Leydener Flasche, S eine Koppelungsspule, C einen Abstimmkondensator, E und E_1 sind

Erdleitungen. Die Anordnung entspricht einem Paar von unsymmetrischen und unsymmetrisch erregten Erdantennen.

Die Anordnung[1]) ergab in der Richtung der Leitung größere Fernwirkungen als in der Seitenrichtung, sowohl beim Senden wie

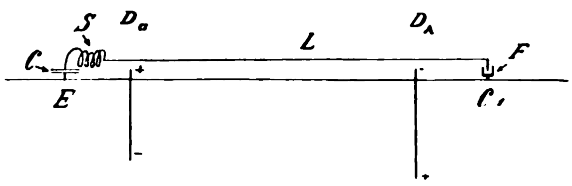


Fig. 3.

beim Empfang. Wurde das Innenende der Leitung L bei E an die Erdleitung angeschlossen, so zeigte das Gebilde eine Grundschwingung von 1680 m Wellenlänge. Die genannten Richtungsunterschiede waren nur gering, wenn Wellen über der Grundschwingung benutzt wurden; dagegen verursachten sie für kleinere Wellen (1280 bis 1340 m) bereits Lautstärkeunterschiede von 20 und 250 Parallelohm.

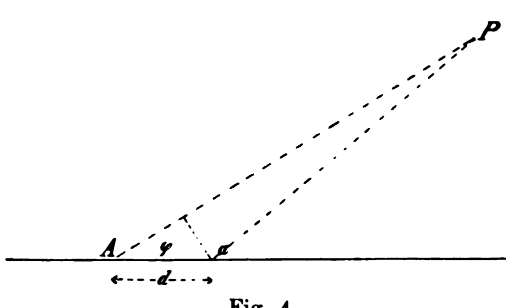


Fig. 4.

Diese Erscheinungen lassen sich erklären, wenn man die Fernwirkung der ganzen Anordnung (Fig. 3) ersetzt denkt durch die Fernwirkung von zwei ihr gleichwertigen Dipolen D_a und D_A, die mit entgegengesetzter Phase und verschiedenen Amplituden A und a schwingen.

In einem fernen Punkt P (Fig. 4) überlagern sich dann zwei Wellen, deren Schwingungszustände proportional sind mit:

$$A \sin \omega t \quad \text{und} \quad -a \sin \omega (t - \tau)$$

wenn ω die Frequenz der Schwingung bedeutet, t die Zeit und τ den Gangunterschied, der mit dem Dipolabstand d, dem Winkel φ und der Lichtgeschwindigkeit c durch die Formel verknüpft ist:

$$\tau = \frac{d}{c} \cdot \cos \varphi$$

1) Diese Versuche werden von Herrn A. Klages ausgeführt.

Die Feldstärke im Punkte P ist also proportional mit

$$\begin{aligned} E &= A \sin \omega t - \omega \sin \omega (t - \tau) \\ &= C \sin \omega (t + x) \end{aligned}$$

wobei

$$C^2 = A^2 - 2 a A \cos \omega \tau + a^2$$

$$\operatorname{tg} x = \frac{a \sin \omega \tau}{1 - a \cos \omega \tau}$$

Setzt man den der Ableitung von C^2 nach φ proportionalen Ausdruck

$$\sin \omega \tau \cdot \sin \varphi = 0$$

so findet man unter den Wurzeln

$$\varphi = 0, \quad \varphi = \pi, \quad \tau = 0 \quad \text{oder} \quad \varphi = \frac{\pi}{2} \quad \varphi = \frac{3}{2} \pi$$

dieser Gleichung die Extremwerte der ausgestrahlten Wellenamplituden für verschiedene Richtungen, und zwar ergeben sich in der Antennenrichtung $\varphi = 0$, $\varphi = \pi$ die Maxima

$$C_{\max}{}^2 = A^2 - 2 a A \cos 2 \pi \frac{d}{\lambda} + a^2$$

und in den Seitenrichtungen $\varphi = \frac{\pi}{2}$ und $\varphi = \frac{3}{2} \pi$ die Minima

$$C_{\min}{}^2 = (A - a)^2$$

Man erkennt also, daß die beobachteten Richtungunterschiede in der Tat um so stärker hervortreten müssen, je ähnlicher die Schwingungsweiten A und a der gleichwertigen Dipole werden. In dem Grenzfall eines symmetrischen Antennenpaares wird $A = a$ und die seitliche Strahlung $C_{\min}$ wird Null.

Berlin, Juni 1912.

(Eingesandt 16. Juni 1912.



Die Wirkungsweise der Erdantennen[1]).

Von **Dr. W. Burstyn.**

Im vergangenen Jahre hat Dr. Kiebitz[2]) erfolgreich mit „Erdantennen gearbeitet, die vor den gewöhnlichen Anlagen für drahtlose Telegraphie den Vorteil haben, keine Maste zu benötigen.

Eine solche Erdantenne besteht aus einem langen horizontalen Drahte, der ganz niedrig über dem Erdboden isoliert ausgespannt ist; die beiden Enden sind entweder frei oder über veränderliche Kondensatoren geerdet; in der Mitte des Drahtes sind die üblichen Sende- oder Empfangsapparate eingeschaltet. Die Fernwirkung findet nur in der Längsrichtung der Antenne statt. Als Gegenstation kann entweder eine gewöhnliche Station für drahtlose Telegraphie oder eine zweite Erdantenne dienen. Mit einem Drahte von 200 m Länge konnten z. B. die Zeichen der Station Norddeich in der Nähe von Berlin, das ist auf eine Entfernung von ca. 400 km, empfangen werden.

Die Wirkungsweise dieser Anordnungen wurde von Dr. Kiebitz und anderen teils so verstanden, daß die Übertragung durch Erdströme erfolgt, ähnlich wie bei den alten Verfahren nach Preece usw., wobei die Vorgänge in der Luft zu vernachlässigen wären; teils auch wurde die Erdantenne als Hertzscher Oszillator aufgefaßt, wobei aber unerklärt blieb, warum die Strahlungsrichtung senkrecht zu der von Hertz gefundenen war.

Die folgende Überlegung soll zu einer anderen Erklärung führen und zeigen, daß eine Erdantenne nur unter gewissen Bodenverhältnissen gute Leistungen ergehen kann.

Während ein einzelner senkrechter Luftdraht nach allen Seiten gleichmäßig strahlt, geben bekanntlich deren zwei, wenn sie nach Fig. 1 auf gut leitender Erde im Abstande einer halben Wellenlänge angeordnet sind und in entgegengesetzter Phase schwingen, infolge von Interferenz ein Maximum ihrer Strahlung in der Verbindungslinie. Mit ihren durch die Erdoberfläche gelieferten Spiegelbildern stellen diese beiden Luftdrähte im wesentlichen einen doppelten Dipol nach Fig. 2 dar. Dasselbe strahlende System erhält man aber auch durch

---

1) Autorisierter Abdruck aus der Elektrot. Ztschr. Heft 24, 1912.

2) Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft, 20. x. 1911. Vgl. auch „Elektrot. Ztschr.“ 1911, S. 1195; 1912, S. 132 u. 280 und Jahrb. 5, Heft 4, 1912; 6, Heft 1, 1912.

einen einzigen horizontalen Luftdraht nach Fig. 3, wie er von Marconi[1]) zum Zwecke gerichteter Telegraphie angegeben worden ist.

Um einen solchen Luftdraht wirklich zu bauen, sind mindestens drei Maste erforderlich, die in Fig. 3 durch punktierte Linien angedeutet sind; der mittlere Mast hätte die eigentlichen Stationsapparate

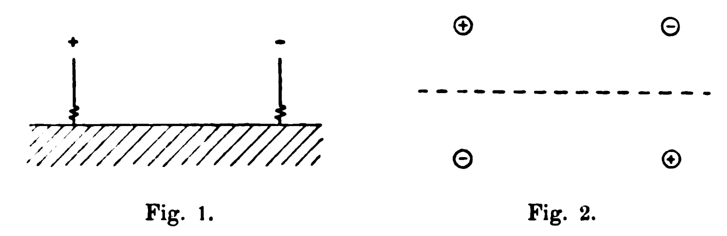


Fig. 1. Fig. 2.

zu tragen. Die Höhe der Maste darf dabei nicht zu klein gewählt werden, weil sonst der Abstand des Spiegelbildes der Antenne, also das Moment der Dipole, und somit ihre Fernwirkung, zu gering würde, gerade so als ob in Fig. 1 die Maste sehr niedrig wären.

Denkt man sich aber nach Fig. 4 das ganze Gelände bis zur Spitze der Maste mit einer Schicht von Sand oder trockener Erde bedeckt,

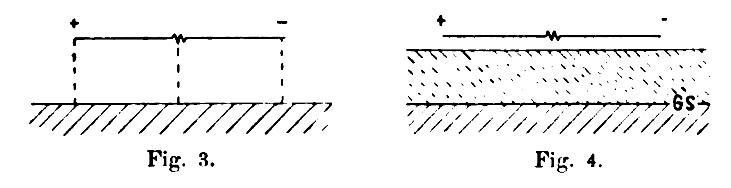


Fig. 3. Fig. 4.

so können die Maste selbstverständlich wegfallen. Die Entfernung der Spiegelbilder bleibt dabei dieselbe, denn die Spiegelung findet nicht an der neuen Erdoberfläche, sondern nach wie vor an der Grenze *G S* der unteren gut leitenden Schicht statt.

Dieser Querschnitt der Erdoberfläche ist nicht willkürlich konstruiert, sondern in der Natur sehr häufig vorhanden. Die Linie *G S* ist nämlich nichts anderes als der Grundwasserspiegel.

Man erkennt sofort, daß eine gute Wirkung der Erdantenne nur zustande kommen kann, wenn die Oberfläche des Grundwassers weder zu tief noch zu hoch steht, und die darüber befindliche Erdschicht eine möglichst geringe Leitfähigkeit aufweist, also möglichst trocken ist.

Die Strahlungsvorgänge sind viel komplizierter als bei einem ge-

1) Amerikanisches Patent Nr. 924560 vom 27. IX. 1905.

wöhnlichen Luftdrahte. Da die Dielektrizitätskonstante selbst trockenen Sandes ein Mehrfaches derjenigen von Luft ist, muß der größere Teil des Feldes in der Erde enthalten sein und gelangt in dieser zur Ausstrahlung. Die Wellen pflanzen sich in der Erde mit einer Geschwindigkeit fort, die infolge der größeren Dielektrizitätskonstante etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal geringer als die in der Luft sein dürfte. Da die Erde kein vollkommenes Dielektrikum ist, erleiden die Wellen in ihr eine Dämpfung, die ebenso groß ist als jene eines geschlossenen Schwingungskreises gleicher Wellenlänge, dessen Kondensator die betreffende Erdsorte als Dielektrikum enthält. Diese Dämpfung beträgt, wenn das Material die Dielektrizitätskonstante e und den spezifischen Widerstand s besitzt

$$\varphi = \frac{60 \pi \lambda_{(cm)}}{s e}$$

Für „trockenen Boden" fand Eickhoff $s = 10^6$; e beträgt sicher nicht über 6. Man erhält also für eine Wellenlänge von 1000 m eine Dämpfung $\varphi = 3$; dies bedeutet eine fast aperiodische Schwingung. Eine zehnmal geringere Dämpfung würde besagen, daß die Energie des Schwingungskreises schon nach ungefähr zwei Schwingungen auf die Hälfte, nach zwanzig Schwingungen auf den tausendsten Teil des ursprünglichen Wertes gesunken ist. Was aber bei den stehenden Wellen eines Schwingungskreises für die Zeit gilt, gilt bei den fortschreitenden eines Luftdrahtes auch für die Entfernung. Bei der berechneten Dämpfung von $\varphi = 3$ verlassen also die Wellen kaum die Station, und selbst bei einer zehnmal geringeren Dämpfung würden sie in einem Abstande von 20 km nur etwa 0,1 % jener Energie haben, die sie hätten, wenn die Erde nicht so stark absorbieren würde.

Die Fernwirkung kann daher nicht von den Kraftlinien des Erdfeldes, sondern nur von jenen des Luftfeldes der Erdantenne herrühren und von jenen, die sich bei der Strahlung schon in der nächsten Nähe der Antenne aus der Erde in die Luft gerettet haben.

Die obigen für die Erdantenne als Sender angestellten Betrachtungen gelten in voller Reziprozität auch für den Empfang; und sie gelten auch dann, wenn die Erdantenne nicht frei liegt, sondern die eingangs erwähnte abgekürzte Form hat (Fig. 5). Die Erdplatten E wirken dabei nur dann als wirkliche Erdung, wenn sie bis ins Grundwasser geführt sind. Meistens werden sie aber noch in schlecht leitendes Erdreich kommen, so daß sie mehr den Charakter von Gegengewichten haben und eine beträchtliche Dämpfung der Antenne ver-

ursachen, wenn nicht die Kapazität der Vorschaltkondensatoren K verhältnismäßig klein gegenüber jener der Erdplatten ist.

In Wirklichkeit findet eine ganz scharfe Trennung gut und schlecht leitender Erdschichten am Grundwasserspiegel nicht statt. Es ist weder die Erde oberhalb desselben ein vollkommener Isolator, noch die Erde darunter ein metallischer Leiter, und ferner ist der Übergang zwischen beiden nicht plötzlich. Immerhin können sich die Leitfähigkeiten leicht um das Hundertfache unterscheiden. Die Kiebitzschen Versuche haben auf sandigem Boden stattgefunden, dessen Querschnitt sehr wohl der Fig. 4 entsprechen kann. Je weiter man sich von diesem idealen Falle entfernt, desto mehr muß der Nutzeffekt der Antenne sinken. Eine „Erdantenne", knapp über der Meeresoberfläche angeordnet, wird voraussichtlich ganz versagen.

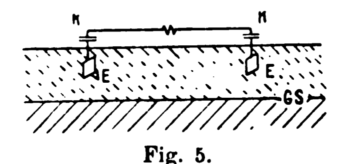


Fig. 5.

Zusammenfassung.

Die Strahlung einer Erdantenne kommt dadurch zustande, daß ihr elektrisches Spiegelbild nicht von der Oberfläche, sondern vom Grundwasserspiegel geliefert wird. Bestimmte Bodenverhältnisse sind also für die Anwendung von Erdantennen Bedingung. Die Fortpflanzung der Wellen erfolgt nicht durch die Erde, sondern durch die Luft.

(Eingesandt 16. Juni 1912.)

Über einige Schwingungsvorgänge in einem System von drei miteinander gekoppelten Kondensatorkreisen[1]).

Von F. Müller.

1. Einleitung.

Die Untersuchung eines komplizierteren gekoppelten Systems, als ein zweifaches kann nur in dem Fall praktisches Interesse bieten, wenn es bei seiner größeren Kompliziertheit einige von den Vorteilen eines zweifachen Systems besitzt.

---

1) Das hier in Frage kommende System (Fig. 1) stimmt also mit dem von M. Wien zuerst vorgeschlagenen dreifachen System in dem Spezialfall

Zu diesen gehört:

1. Eine ausgesprochene Resonanzwirkung.
2. Eine wirksame Löschwirkung des primären Funkens und die damit verbundene Möglichkeit Schwingungen in metallisch geschlossenen Kreisen zu erregen.

In vorliegender Arbeit wird das einfachste gekoppelte System untersucht, welches auch Schwingungen der natürlichen Periode eines der ungekoppelten Kreise aufweist. Wie weiter unten bewiesen, ist dies ein dreifaches zweifach gekoppeltes System so wie in Fig. 1 dargestellt in dem Spezialfall, wo die Eigenfrequenzen der Kreise *I* und *III*

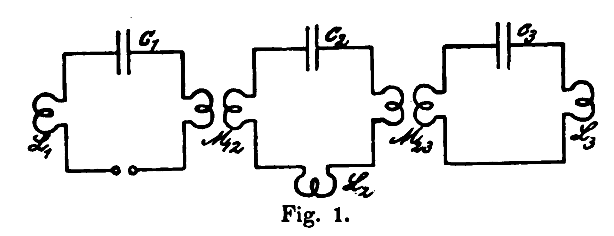


Fig. 1.

zusammenfallen. In diesem Fall wird bei symmetrischer Anordnung des Koppelungskreises die anfängliche Ladung des Primärkreises zu bestimmten Momenten im Tertiärkreis angesammelt. Es tritt der aus der Theorie zweifach gekoppelter Systeme bekannte Resonanzeffekt ein.

Außerdem besitzt ein solches System eine ausgesprochene Löschwirkung, welche unter Umständen bei viel höheren Entladungsspan-

---

überein, wo alle 3 Kreise aufeinander abgestimmt sind und die Koppelung k_2 klein im Vergleich zu k_1 gemacht wird.

Die im letztgenannten Fall stattfindenden Vorgänge sind nach den Voraussetzungen Wiens (s Jahrb. 1, 477—479, 1908) nicht auf Schwingungen eines 3fachen Systems, sondern auf eine gegenseitige Einwirkung von zwei verschiedenen zweifach gekoppelten Systemen zurückzuführen: 1. während der Aufladungsperiode des schwachgedämpften Zwischenkreises *II* vom Funkenkreise *I* aus — auf Schwingungen eines zweifach gekoppelten Systems, bestehend aus Kreisen *I* und *II*, wobei der damit schwachgekoppelte Antennenkreis *III* nur wenig eingreifen soll; 2. nach ausgelöschtem Funken wirken die Kreise *II* und *III* wieder als zweifach gekoppeltes System weiter.

1) Ein dem in Fig. 1 abgebildeten ähnliches System wird von Bellini untersucht. Durch Anbringen der Funkenstrecke im Koppelungskreise wird ein solches auf zweifach gekoppelte Systeme zurückgeführt, weil die Amplituden der Eigenschwingung dann gleich 0 zu setzen sind. S. Bellini, Jahrb. 3, 571, 1910.

nungen auftritt als im Falle zweifach gekoppelter Systeme. Man erhält dadurch die Möglichkeit, ein solches System mit Vorteil als Stoßerreger zu verwenden.

2. Theorie.

Die Differentialgleichungen eines dreifachen Systems schreibt man hin, indem man ausdrückt, daß die Spannung an den Belegungen eines jeden Kondensators das Gleichgewicht hält denjenigen, welche zur Überwindung des Ohmschen Widerstandes, der Selbstinduktion und der gegenseitigen Induktion seitens der benachbarten Kreise nötig sind.

Es gelten also folgende Gleichungen:

$$(\mathrm{I})\quad \begin{cases} \dfrac{d^2 E_1}{d t^2} + 2\delta_1 \dfrac{d E_1}{d t} + n_1^2 E_1 = \dfrac{M_{12}}{L_1} \dfrac{c_2}{c_1} \dfrac{d^2 E_2}{d t^2} \\ \dfrac{d^2 E_2}{d t^2} + 2\delta_2 \dfrac{d E_2}{d t} + n_2^2 E_2 = \dfrac{M_{21}}{L_2} \dfrac{c_1}{c_2} \dfrac{d^2 E_1}{d t^2} + \dfrac{M_{23}}{L_2} \dfrac{c_3}{c_2} \dfrac{d^2 E_3}{d t^2} \\ \dfrac{d^2 E_3}{d t^2} + 2\delta_3 \dfrac{d E_3}{d t} + n_3^2 E_3 = \dfrac{M_{32}}{L_3} \dfrac{c_2}{c_3} \dfrac{d^2 E_2}{d t^2} \end{cases}$$

Wenn man annimmt, daß

$$E_1 = A e^{xt}, \qquad E_2 = B e^{xt}, \qquad E_3 = C e^{xt}$$

so erhält man nach Einsetzen dieser Werte von E in Gleichung (I) und Elimination von A, B, C folgende Gleichung zur Bestimmung von x:

$$(\mathrm{II})\quad \begin{aligned} \ldots (x^2 + 2\delta_1 x + n_1^2)(x^2 + 2\delta_2 x + n_2^2)(x^2 + 2\delta_3 x + n_3^2) - \\ - k_1^2 x^4 (x^2 + 2\delta_3 x + n_3^2) - k_2^2 x^4 (x^2 + 2\delta_1 x + n_1^2) = 0 \end{aligned}$$

Vorläufig werden wir uns nur mit dem Fall ungedämpfter Schwingungen beschäftigen; dann ist:

---

1) Die Zahlen 1, 2, 3 beziehen sich auf den ersten, resp. zweiten und dritten Kreis, oder auf die erste, zweite und dritte Koppelungsfrequenz.

E bedeutet Potentialdifferenz,
i » Stromstärke,
r » Widerstand,
L » Selbstinduktion,
M » Gegenseitige Induktion,
n » Frequenz (zyklische Schwingungszahl),
δ » Dämpfungsfaktor,
γ » Dekrement,
x_0 » Koppelungsfrequenz,
y » Koppelungsdämpfung,
y_0 » Koppelungsdekrement,
k » Koppelungsfaktor, dabei ist:

$$k_1^2 = \frac{M_{12} M_{21}}{L_1 L_2}, \qquad k_2^2 = \frac{M_{23} M_{32}}{L_2 L_3}, \qquad k^2 = k_1^2 + k_2^2$$

$$\delta_1 = \delta_3 = \delta_3 = 0$$

Die Gleichung (II) wird dann:

$$(x^2 + n_1^2)(x^2 + n_2^2)(x^2 + n_3^2) - k_1^2 x^4 (x^2 + n_3^2) - \\ - k_3^2 x^4 (x^2 + n_1^2) = 0 \tag{II'}$$

Die Bedingung dafür, daß eine der Größen n_1, n_2, n_3 Wurzel der vorliegenden Gleichung sein soll, ist

$$n_1 = n_3 = n$$

Setzen wir jetzt: $n_1 = n_3 = n$; $n_2 = n_1$, so sind die Wurzeln von Gleichung (II′):

$$\text{(III)} \begin{cases} x_1 = x_{10} \sqrt{-1}, \quad x_2 = x_{20} \sqrt{-1}, \quad x_3 = x_{30} \sqrt{-1}, \\ x_{10}^2 = \dfrac{1 + \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2 - \sqrt{\left[1 - \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2\right]^2 + 4k^2 \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2}}{2(1 - k^2)} n^2, \\ x_{20} = n, \\ x_{30}^2 = \dfrac{1 + \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2 + \sqrt{\left[1 - \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2\right]^2 + 4k^2 \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2}}{2(1 - k^2)} n^2 \end{cases}$$

dabei ist:

$$x_{10} < x_{20} < x_{30}$$

Im Spezialfall $n_1 = n$ wird:

$$x_{10} = \frac{n}{\sqrt{1 + k}},$$
$$x_{20} = n,$$
$$x_{30} = \frac{n}{\sqrt{1 - k}}$$

Es ergibt sich allgemein folgendes Resultat: Die beiden unnatürlichen Koppelungsfrequenzen x_{10} und x_{30} sind identisch mit denjenigen, welche man für zwei gekoppelte Schwingungskreise erhält, deren natürliche Frequenzen n und n_1 und Koppelungsfaktor $k = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}$ sind [1]).

Die Werte von x_{10} und x_{30} sind in Fig. 2 graphisch als Funktionen von $\frac{n_1}{n}$ aufgetragen.

Die Lösung unseres Systems von Gleichungen (I) bietet sich jetzt in folgender Weise:

1) Siehe M. Wien, Wied. Ann. **61**, 159, 1897.

$$(\mathrm{IV})\quad \begin{cases} E_1 = A_1 \cos(x_{10}\, t + \varphi_1) + A_2 \cos(x_{20}\, t + \varphi_2) + A_3 \cos(x_{30}\, t + \varphi_3) \\ E_2 = B_1 \cos(x_{10}\, t + \psi_1) + B_2 \cos(x_{20}\, t + \psi_2) + B_3 \cos(x_{30}\, t + \psi_3) \\ E_3 = C_1 \cos(x_{10}\, t + \chi_1) + C_2 \cos(x_{20}\, t + \chi_2) + C_3 \cos(x_{30}\, t + \chi_3) \end{cases}$$

Die Konstanten B, C, ψ, χ bestimmen sich aus den Differentialgleichungen (I) durch A, φ und die Konstanten unseres Systems; A, φ bestimmen sich aus den Anfangsbedingungen. Diese sind:

$$(E_1)_{t=0} = E_0\,, \quad (E_2)_{t=0} = (E_3)_{t=0} = 0$$

$$(i_1)_{t=0} = (i_2)_{t=0} = (i_3)_{t=0} = 0$$

Setzen wir die Werte von Gleichung (IV) in Gleichung (I) ein, entwickeln die cos und sin, so erhalten wir:

$$(\mathrm{V\,a})\quad \begin{cases} A_1 = E_0 \dfrac{k_1^{\,2}}{k^2} \dfrac{x_{30}^{\;2} - n^2}{x_{30}^{\;2} - x_{10}^{\;2}} \dfrac{x_{10}^{\;2}}{n^2} \\ A_3 = E_0 \dfrac{k_1^{\,2}}{k^2} \dfrac{n^2 - x_{10}^{\;2}}{x_{30}^{\;2} - x_{10}^{\;2}} \dfrac{x_{30}^{\;2}}{n^2} \\ A_2 = E_0 \dfrac{k_2^{\,2}}{k^2} \end{cases}$$

$$(\mathrm{V\,b})\quad \begin{cases} B_1 = B_3 = E_0 \dfrac{k_1}{k^2} \dfrac{n_1}{n} \sqrt{\dfrac{c_1}{c_2}} \dfrac{x_{30}^{\;2} - n^2}{x_{30}^{\;2} - x_{10}^{\;2}} \dfrac{n^2 - x_{10}^{\;2}}{n^2} \\ B_2 = 0 \text{ [1]} \end{cases}$$

$$(\mathrm{V\,c})\quad \begin{cases} C_1 = E_0 \dfrac{k_1\, k_2}{k^2} \sqrt{\dfrac{c_1}{c_3}} \dfrac{x_{30}^{\;2} - n^2}{x_{30}^{\;2} - x_{10}^{\;2}} \dfrac{x_{10}^{\;2}}{n^2} \\ C_3 = E_0 \dfrac{k_1\, k_2}{k^2} \sqrt{\dfrac{c_1}{c_3}} \dfrac{n^2 - x_{10}^{\;2}}{x_{30}^{\;2} - x_{10}^{\;2}} \dfrac{x_{30}^{\;2}}{n^2} \\ C_2 = E_0 \dfrac{k_1\, k_2}{k^2} \sqrt{\dfrac{c_1}{c_3}} \\ C_1 + C_3 = C_2 \end{cases}$$

Bei Variierung der Eigenschwingung des Sekundärkreises n_1, kann man entweder die Selbstinduktion, oder Kapazität verändern; experimentell ist letzteres am einfachsten; dann ist L_2 konstant und c_2 veränderlich; die Ausdrücke für B_1 und B_3 können dann in folgender Weise geschrieben werden:

---

1) Ähnlich erhält M. Wien für die Amplitude des Primärkreises bei dem Einfallen einer Welle auf ein zweifach gekoppeltes System den Wert 0, wenn die Eigenfrequenz des Sekundärkreises mit der des Wellenzuges zusammenfällt. Siehe M. Wien, Wied. Ann. 61, 181, 1897.

$$B_1 = B_3 = E_0 \frac{k_1}{k^2} \frac{n_1^2}{n^2} \frac{x_{30}^2 - n^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \frac{n^2 - x_{10}^2}{n^2}$$

oder

$$B_1 = B_3 = E_0 \frac{k_1}{k^2} \frac{c_1}{c_2} \frac{x_{30}^2 - n^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \frac{n^2 - x_{10}^2}{n^2}$$

Im Resonanzfall nehmen die Ausdrücke (V) folgende Form an:

$$(\mathrm{V}') \begin{cases} A_1 = A_3 = \frac{E_0}{2} \frac{k_1^2}{k^2}; \quad A_2 = E_0 \frac{k_2^2}{k^2} \\ B_1 = B_3 = \frac{E_0}{2} \frac{k_1}{k} \sqrt{\frac{c_1}{c_2}}; \quad B_2 = 0 \\ C_1 = C_3 = \frac{E_0}{2} \frac{k_1 k_2}{k^2} \sqrt{\frac{c_1}{c_3}}; \quad C_2 = E_0 \frac{k_1 k_2}{k^2} \sqrt{\frac{c_1}{c_3}} = 2 C_1 \end{cases}$$

Für die Anfangsphasen erhalten wir:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \chi_1 = \chi_3 = \psi_3 = 0$$
$$\psi_1 = \chi_2 = \pi$$

Somit für E_1, E_2, E_3:

$$(\mathrm{VI}) \begin{cases} E_1 = E_0 \frac{k_1^2}{k^2} \frac{x_{30}^2 - n^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \frac{x_{10}^2}{n^2} \cos x_{10} t + E_0 \frac{k_2^2}{k^2} \cos n t + \\ \qquad + E_0 \frac{k_1^2}{k^2} \frac{n^2 - x_{10}^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \frac{x_{30}^2}{n^2} \cos x_{30} t \\ E_2 = E_0 \frac{k_1}{k^2} \frac{n_1}{n} \sqrt{\frac{c_1}{c_2}} \frac{x_{30}^2 - n^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \frac{n^2 - x_{10}^2}{n^2} [-\cos x_{10} t + \cos x_{30} t] \\ E_3 = E_0 \frac{k_1 k_2}{k^2} \sqrt{\frac{c_1}{c_3}} \left\{ \frac{x_{30}^2 - n^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \frac{x_{10}^2}{n^2} \cos x_{10} t - \cos n t + \right. \\ \qquad \left. + \frac{n^2 - x_{10}}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \frac{x_{30}^2}{n^2} \cos x_{30} t \right\} \end{cases}$$

Im Resonanzfall $n = n_1$ erhalten wir:

$$(\mathrm{VI}') \begin{cases} E_1 = \frac{E_0}{2} \frac{k_1^2}{k^2} \left[\cos \frac{n}{\sqrt{1+k}} t + \cos \frac{n}{\sqrt{1-k}} t \right] + E_0 \frac{k_2^2}{k^2} \cos n t \\ E_2 = \frac{E_0}{2} \frac{k_1}{k} \sqrt{\frac{c_1}{c_2}} \left[- \cos \frac{n}{\sqrt{1+k}} t + \cos \frac{n}{\sqrt{1-k}} t \right] \\ E_3 = E_0 \frac{k_1 k_2}{k^2} \sqrt{\frac{c_1}{c_3}} \left[\frac{1}{2} \cos \frac{n}{\sqrt{1+k}} t - \cos n t + \frac{1}{2} \cos \frac{n}{\sqrt{1-k}} t \right] \end{cases}$$

In die Ausdrücke (VI) sind weiter die Werte von x_{10} und x_{30} aus Gleichung (II) einzusetzen. Die sich dabei ergebenden komplizierten Formeln sind hier nicht wiedergegeben. Die Amplituden E_2 und E_3 hängen also von den Faktoren $\sqrt{\frac{c_1}{c_2}}$ und resp. $\sqrt{\frac{c_1}{c_3}}$ ab, sowie von einem Faktor, der durch die Art der Koppelung bestimmt wird.

Es kommt zunächst darauf an, um bei gegebenem k ein möglichst großes E_3 zu erhalten. Dies wird bei festgesetztem k dann erreicht, wenn

$$\frac{k_1 k_2}{k^2}$$

ein Maximum ist, also bei

$$k_1 = k_2 = \frac{k}{\sqrt{2}} \tag{VII}$$

Es folgt daraus, daß die „günstigste Lage“ der beiden äußeren Kreise zum Koppelungskreis eine symmetrische ist.

Für den Fall, daß $c_1 = c_2 = c_3$ und $k_1 = k_2$ ist, ergibt sich folgende wichtige Beziehung:

$$A_1 + A_2 + A_3 = C_1 + C_2 + C_3 > B_1 + B_2 + B_3$$

oder

$$(E_1)_{\max} = (E_3)_{\max}$$

Diese Relation ist identisch mit einer anderen, welche sich auf zweifach gekoppelte Systeme bezieht.

Aus den Kurven der Fig. 2, wo die Abhängigkeit der Größen x_{10} und x_{30} von $\frac{n_1}{n}$ bei verschiedenen k dargestellt ist, ersieht man, daß die Koppelungsfrequenzen x_{10}, x_{20}, x_{30} gleich weit voneinander abstehen, dabei x_{10} und x_{30} sich am meisten nähern bei einem Werte von $\frac{n_1}{n}$, der etwas kleiner als 1 ist.

Ähnliche Kurven sind in der Arbeit von M. Wien enthalten für gedämpfte Schwingungen und kleine Koppelungen (s. M. Wien l. c.).

Von den oberen Kurven x_{30} bezieht sich die untere auf $k = 0{,}1$; dann folgen die sich resp. auf $k = 0{,}2$, $k = 0{,}4$, $k = 0{,}6$ beziehenden Kurven.

In den unteren Kurven x_{10} sind diese Fälle in umgekehrten Sinne angeführt.

Aus den Kurven der Fig. 2 erkennen wir weiter, daß bei ge-

nügender Dissonanz oder bei Werten von $\frac{n_1}{n}$, die sehr verschieden von 1 sind, eine der beiden Frequenzen x_{10}, x_{30} um so näher an die natürliche heranrückt, je kleiner die Koppelung ist, und zwar ist dies die größere Frequenz x_{30} bei $\frac{n_1}{n} < 1$ und die kleinere x_{10} bei $\frac{n_1}{n} > 1$.

Betrachten wir jetzt die Amplituden und zunächst die Amplituden A und C. In Fig. 3 ist die Abhängigkeit der Ausdrücke (siehe V)

$$\text{(VIII)} \qquad \frac{x_{30}^2 - n^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \cdot \frac{x_{10}^2}{n^2} \qquad\qquad \frac{n^2 - x_{10}^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2} \cdot \frac{x_{30}^2}{n^2}$$

von der Dissonanz graphisch dargestellt:

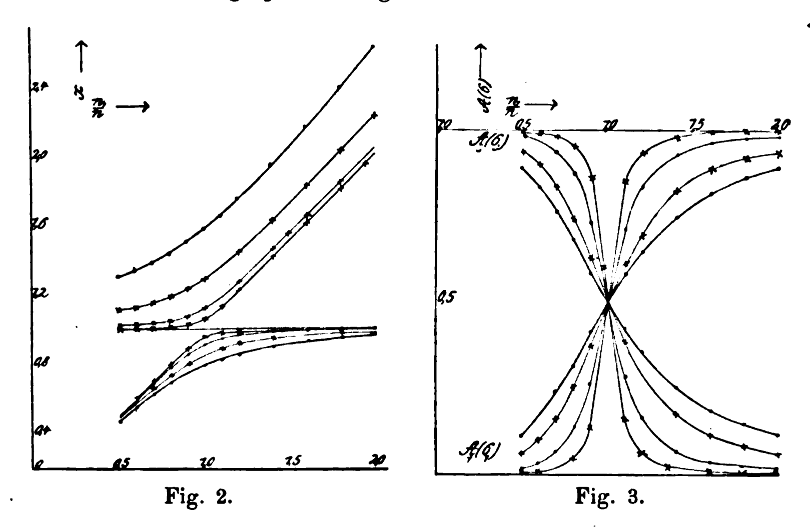


Fig. 2. Fig. 3.

In der Kurvenschar A_3 bezieht sich die obere Kurve auf $k = 0{,}1$; dann folgen die sich resp. auf $k = 0{,}2$; $k = 0{,}4$; $k = 0{,}6$ beziehenden Kurven. Die der Abszissenachse parallele Gerade stellt die Amplitudenkurve der natürlichen Schwingung dar.

In der Kurvenschar A_1 sind diese Fälle in umgekehrter Ordnung angeführt.

Aus diesen Kurven ersehen wir, daß bei Resonanz die Amplitude der natürlichen Frequenz das Doppelte der beiden anderen beträgt. Bei gegebener Dissonanz ist diejenige der beiden Amplituden A_1 oder A_3 resp. C_1 oder C_3 der natürlichen näher, für welche die ent-

sprechende Frequenz an die natürliche näher herankommt. Die andere Amplitude wird dann um so kleiner. Bei genügender Dissonanz wirken im Primär- sowie Tertiärkreis nur noch zwei Schwingungen, deren Amplituden und Frequenzen einander um so näher kommen, je kleiner die Koppelung ist.

Für die Amplitude des Koppelungskreises B (oder vielmehr für die Größe $\frac{n_1^2}{n^2}\frac{1}{k}\cdot\frac{x_{30}^2 - n^2}{x_{30}^2 - x_{10}^2}\cdot\frac{n^2 - x_{10}^2}{n^2}\Big)$ ergeben sich die Kurven der Fig. 4.

Die untere Kurve bezieht sich auf $k = 0{,}1$; dann folgen die Kurven resp. für $k = 0{,}2$; $k = 0{,}4$; $k = 0{,}6$.

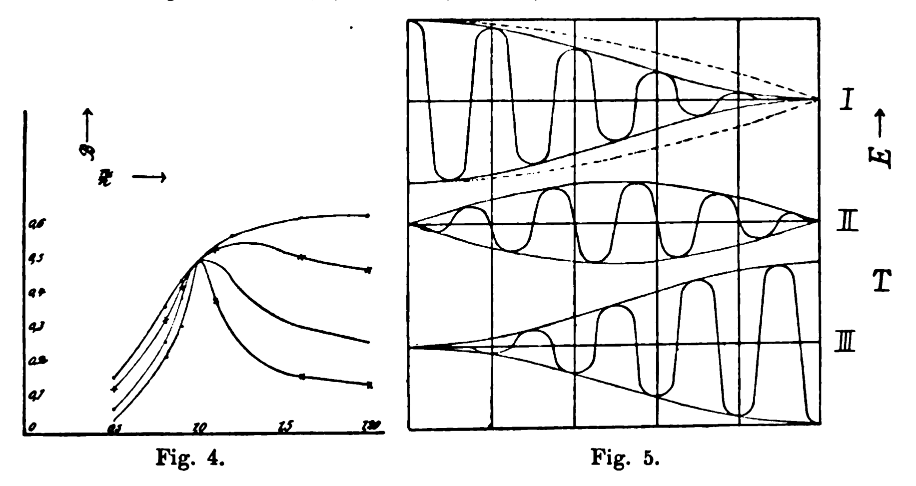


Fig. 4. Fig. 5.

Das sehr scharf ausgesprochene Maximum bei schwacher Koppelung wird um so flacher, je stärker die Koppelung; außerdem tritt eine Verschiebung des Maximums ein bei starker Koppelung.

Fassen wir alles das oben Gesagte ins Auge, so können wir den Vorgang bei Resonanz ($n_1 = n$) in folgender Weise beschreiben (siehe Gleichung VI'). Es wirken im Primär- resp. Tertiärkreise drei Frequenzen: $\frac{n}{\sqrt{1+k}}$, n, $\frac{n}{\sqrt{1-k}}$, deren Amplituden resp. $^1/_2$, 1, $^1/_2$ sind. Da die Anfangsphasen im Primärkreis gleich Null sind, diejenigen im Tertiärkreis 0, π, 0, so haben wir im ersten Moment ein Maximum im Primärkreis, ein Minimum im Tertiärkreis. Fig. 5 enthält die Schwingungskurven für diesen Spezialfall, wenn $k = 0{,}2$ ist.

Die ausgezogene obere Kurve stellt die endgültige Amplituden-

kurve des Primärkreises dar bei Einwirkung aller drei Frequenzen. Aus (VI) folgt, daß die Phase der Grundschwingung im Tertiärkreis immer entgegengesetzt ist zu der des Primärkreises. Da die Schwebungsperiode im Sekundärkreis die Hälfte der in den zwei äußeren vorkommenden beträgt, so schwillt während der Zeit, in der die volle Ladung von *I* auf *III* übergeht, die Amplitude im Sekundärkreis erst an bis zu einem Maximum, um dann wieder auf Null herunterzusinken. Während der ersten Schwebungshälfte nimmt der Koppelungskreis mehr Energie vom Primärkreis auf, als er an den Tertiärkreis abgibt; in der zweiten Hälfte gibt er mehr ab, als ihm zugeführt wird.

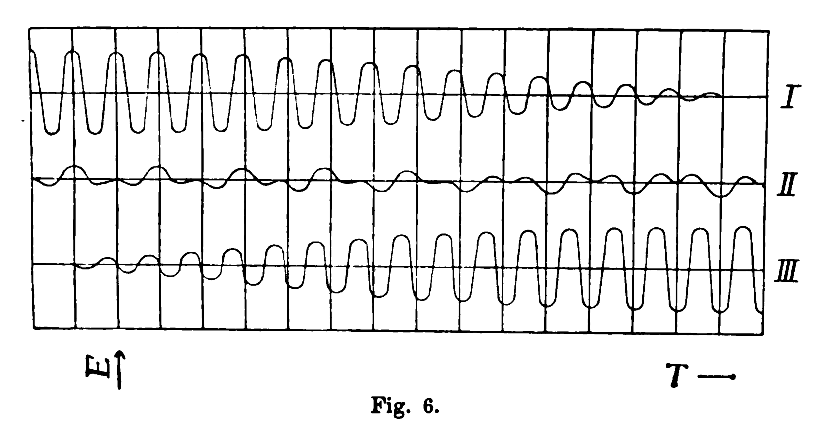


Fig. 6.

Für die Stoßerregung dürfte es von großer Wichtigkeit sein, daß die Amplitudenkurve im Primär- sowie Tertiärkreis ungefähr nach dem $\cos^2$-Gesetz variiert, dagegen die des Sekundärkreises eine cos-Kurve ist (auch punktierte obere Kurve der Fig. 5). Es nimmt deshalb die Amplitude in den äußeren zwei Kreisen schneller ab, resp. zu in der Nähe der Maxima, als dies für eine cos-Kurve der Fall ist, und bleibt annähernd konstant in der Nähe der Minima. Dies sind weit günstigere Bedingungen für ein Auslöschen des Funkens im Minimum selbst, als sie sonst in einem zweifach gekoppelten System hergestellt werden können. Darauf kommen wir noch in dem experimentellen Teil zurück.

Der allgemeine Fall, wo $n_1 \lesseqgtr n$ ist, wird durch die Kurve der Fig. 6 illustriert.

---

1) In den Fig. 5 und 6 sind die Amplituden des Sekundärkreises noch mit $\sqrt{2} = 1{,}4$ zu multiplizieren.

In Fig. 6 ist $\frac{n_1}{n} = 0{,}5$, $k = 0{,}2$ angenommen; es wirken dann in den zwei äußeren Kreisen nur noch zwei Frequenzen mit annähernd gleicher Amplitude; im Koppelungskreise zwei Schwingungen von sehr verschiedener Frequenz und gleicher Amplitude, welche nur ca. 9 % der ersten beträgt. Die Amplitudenkurve des Primärkreises nimmt nach dem cos-Gesetz langsam ab: es erfolgt dabei ein entsprechend langsames Anschwellen derjenigen des Tertiärkreises. Im Koppelungskreise finden sehr schnelle Schwebungen statt, deren Periode um

$$\frac{x_{30} - x_{10}}{x_{30} - n} = 18 \text{ mal}$$

kleiner ist, als die Schwebungsperiode der zwei äußeren Kreise. Es wird im Verlaufe der ersten Hälfte einer solchen kurzen Schwebung nur etwas Energie aus dem Primärkreise ausgesaugt, um sie während der zweiten Hälfte an den Tertiärkreis abzugeben. Da diese Operation sich 9 mal wiederholt bis der Tertiärkreis aufgeladen ist, so wird nie eine sehr hohe Spannung im Koppelungskreise erreicht; die Spannung im Tertiärkreise wächst dagegen langsam an bis zur vollen primären Anfangsspannung. Nach vollendeter Ladung des Tertiärkreises wiederholt sich die Energiewanderung rückwärts vom Tertiär- zum Primärkreis.

Gedämpfte Schwingungen.

Die Berücksichtigung der Dämpfung führt streng genommen zur Auflösung der Gleichung sechsten Grades (II). Unter gewissen Vereinfachungen läßt sich diese Lösung in folgender Weise durchführen.

Da es nur auf möglichst einfache Näherungswerte der Koppelungsdämpfungen ankommt, so werden wir im folgenden, wie dies ja stets angenommen wird, die Quadrate, sowie Produkte der Dekremente γ_1, γ_2, γ_3 dividiert durch $4\pi^2$ im Vergleich zu 1 vernachlässigen.

Wenn wir die linke Seite von *II* als Polynom entwickeln, so erhalten wir, wenn wir z anstatt x schreiben:

$$\text{(II')} \qquad z^6 + p_1 z^5 + p_2 z^4 + \ldots = 0$$

wo die Koeffizienten p_1, p_2 folgende Bedeutung gewinnen:



$$\text{(IX)}\quad\begin{cases} p_1 = n\,\dfrac{\gamma_1(1-k_2^2)+\gamma_2\dfrac{n_1}{n}+\gamma_3(1-k_1^2)}{\pi(1-k^2)} \\[2ex] p_2 = n^2\,\dfrac{2-k^2+\left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2}{1-k^2} \\[2ex] p_3 = n^3\,\dfrac{(\gamma_1+\gamma_3)\left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2+2\left(\dfrac{n_1}{n}\right)\gamma_2}{\pi(1-k^2)} \end{cases}$$

Diese Ausdrücke sind Näherungswerte mit der soeben gemachten Voraussetzung.

Dividiert man die Gleichung (II″) durch z^6, so ergibt sich folgende:

$$\text{(II‴)}\qquad \left(\frac{1}{z}\right)^6 + p_1'\left(\frac{1}{z}\right)^5 + \ldots = 0$$

wo ähnlich

$$p_1' = \frac{1}{\pi}\left(\frac{\gamma_1+\gamma_3}{n}+\frac{\gamma_2}{n_1}\right) \quad \text{ist.}$$

Wenn wir weiter beachten, daß die Wurzeln der Gleichungen (II″) und (II‴) z_i und $\frac{1}{z_i}$ von der Form sind:

$$z_i = -y_i \pm x_{i0}'\sqrt{-1} \qquad\qquad i = 1, 2, 3$$

wo y_i den Dämpfungsfaktor, x_{i0}' die entsprechende Frequenz bedeutet; und

$$\frac{1}{z_i} = \frac{1}{-y_i \pm x_{i0}'\sqrt{-1}}$$

so kann man folgende Ausdrücke erhalten:

$$\text{(X)}\quad\begin{cases} -\sum z_i = \sum y_i = y_1 + y_2 + y_3 \\ \sum z_i^3 = \sum\left[(-y_i + x_{i0}'\sqrt{-1})^3 + (-y_i - x_{i0}'\sqrt{-1})^3\right] = \\ \quad = \sum 6\,x_{i0}'^2\,y_i = 6\,(x_{i0}'^2 y_i + x_{20}'^2 y_2 + x_{30}'^2 y_3) \\ \sum \dfrac{1}{z_i} = \sum\left(\dfrac{1}{-y_i + x_{i0}'\sqrt{-1}} + \dfrac{1}{-y_i - x_{i0}'\sqrt{-1}}\right) = \\ \qquad\qquad = \sum -2\,\dfrac{y_i}{x_{i0}'^2} \\ \quad = -2\left[\dfrac{y_1}{x_{10}'^2} + \dfrac{y_2}{x_{20}'^2} + \dfrac{y_3}{x_{30}'^2}\right] \end{cases}$$

In diesen Ausdrücken sind die kleinen Größen y_i^2 näherungsweise im Vergleich zu $x_{i0}'^2$ vernachlässigt.

Wir machen jetzt weiter die Annahme, daß die Koppelungsfrequenzen x_{i0}' der gedämpften Schwingungen denjenigen für ungedämpfte x_{i0} gleichgesetzt werden können, es wird also angenommen, daß:

$$x_{i0}' = x_{i0}$$ [1]

Drücken wir jetzt die Summen der ersten und dritten Potenzen der Wurzeln von (II'') und die Summe der ersten Potenzen von (II''') als symmetrische Funktionen durch die Koeffizienten aus, so erhalten wir unter der soeben gemachten Annahme folgende lineare Gleichungen zur Bestimmung der y, wenn wir noch berücksichtigen, daß innerhalb unserer Näherungsgrenzen $\frac{p_1^3}{6}$ zu vernachlässigen ist im Vergleich zu $\frac{p_1 p_2}{2} - \frac{p_3}{2}$, und anstatt der Koppelungsdämpfungen y_i die Dekremente y_{i0} durch den Ausdruck

$$\frac{y_{i0}\, x_{i0}}{2\pi} = y_i$$

einführen.

$$(\mathrm{XI})\begin{cases} \dfrac{y_{10}}{x_{10}} + \dfrac{y_{20}}{x_{20}} + \dfrac{y_{30}}{x_{30}} = \left(\gamma_1 + \gamma_3 + \gamma_2 \dfrac{n}{n_1}\right)\dfrac{1}{n} \\ x_{10}\, y_{10} + x_{20}\, y_{20} + x_{30}\, y_{30} = n \dfrac{\gamma_1(1-k_2^2) + \gamma_2 \dfrac{n_1}{n} + \gamma_3(1-k_1^2)}{1-k^2} \\ x_{10}^2\, y_{10} + x_{20}^2\, y_2 + x_{30}^2\, y_3 = -\, n^3 \dfrac{(\gamma_1 - \gamma_3)\left[1 + \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2\right] + 2\gamma_2 \dfrac{n_1}{n} +}{1-k^2} \\ \qquad + n^3 \dfrac{\left[2 - k^2 + \left(\dfrac{n_1}{n}\right)^2\right]\left[\gamma_1(1-k_2^2) + \gamma_2 \dfrac{n_1}{n} + \gamma_3(1-k_1^2)\right]}{(1-k^2)^2} \end{cases}$$

Die Auflösung dieses Systems von Gleichungen führt nach einigen Vereinfachungen zu folgenden Ausdrücken:

---

1) Diese Voraussetzung, welche vielleicht Bedenken hervorrufen wird, könnte jedoch Fehler erster Ordnung in den Differenzen der großen x_i nur bei kleinen Werten von k hervorrufen.



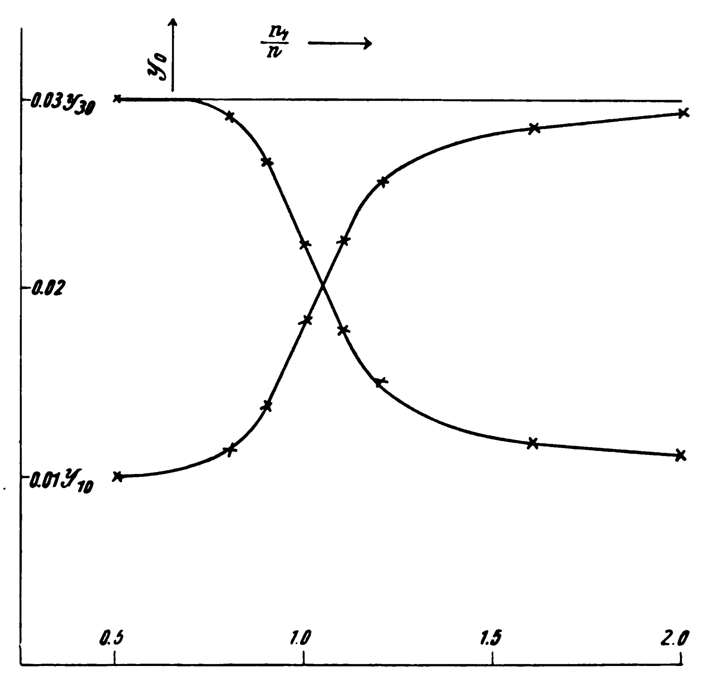


Fig. 7.

$$
(\mathrm{XI})\left\{
\begin{aligned}
y_{10} &= \frac{x_{10}\, n^3}{(x_{20}{}^2 - x_{10}{}^2)(x_{30}{}^2 - x_{10}{}^2)} \left\{ \frac{k^2}{1-k^2} (\gamma_1 + \gamma_3) \frac{x_{10}{}^2}{n^2} - \right. \\
&\quad - \gamma_2 \frac{n_1}{n} \left[\frac{x_{30}{}^2}{n^2} \left(\frac{1}{1-k^2} - \frac{n^2}{n_1{}^2} \right) + \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{1}{1-k^2} \left(2 - \frac{1 + \left(\frac{n_1}{n}\right)^2}{1-k^2} \right) \right] - \frac{\gamma_1 k_2{}^2 + \gamma_3 k_1{}^2}{1-k^2} \frac{x_{10}{}^2}{n^2} \right\} \\
y_{30} &= \frac{x_{30}\, n^3}{(x_{30}{}^2 - x_{20}{}^2)(x_{30}{}^2 - x_{10}{}^2)} \left\{ \frac{k^2}{1-k^2} (\gamma_1 + \gamma_3) \frac{x_{30}{}^2}{n^2} - \right. \\
&\quad - \gamma_2 \left(\frac{n_1}{n} \right) \left[\frac{x_{10}{}^2}{n^2} \left(\frac{1}{1-k^2} - \frac{n^2}{n_1{}^2} \right) + \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{1}{1-k^2} \left(2 - \frac{1 + \left(\frac{n_1}{n}\right)^2}{1-k^2} \right) \right] - \frac{\gamma_1 k^2_2 + \gamma_3 k_1{}^2}{1-k^2} \frac{x_{30}{}^2}{n^2} \right\} \\
y_{20} &= \frac{k_1{}^2 \gamma_3 + k_2{}^2 \gamma_1}{k^2}
\end{aligned}
\right.
$$

In Fig. 7 ist graphisch die Abhängigkeit der Werte von y_{10} und y_{30} von $\frac{n_1}{n}$ dargestellt für den Fall wo $\gamma_1 = 0{,}05$, $\gamma_2 = \gamma_3 = 0{,}01$, $k = 0{,}2$ und $k_1 = k_2$ ist.

St. Petersburg, Physikalisches Laboratorium des Polytechnikums.
(Eingesandt 1. September 1911.)

Referate.

D. Roschansky. Ann. Phys. **36**, 281, 1911. Über den Einfluß des Funkens auf die oszillatorische Kondensatorentladung.

Der Verfasser gibt folgende Zusammenstellung der Resultate:

1. Es wurde die Konstruktion einer Braunschen Röhre beschrieben, die es ermöglicht, Schwingungen bis zu Frequenzen von der Ordnung $3 \cdot 10^6 \sec^{-1}$ quantitativ zu untersuchen und photographisch zu registrieren.

2. Der Funke spielt im Schwingungskreise die Rolle einer nahezu periodischen E. M. K., deren Amplituden während des Verlaufes der Schwingungen sich nur wenig ändern.

3. Als Folge dieser Konstanz der Amplitudenwerte der Funkenspannung wurde eine besondere Art der Funkendämpfung gefunden, die auch durch die Analyse der Stromkurven bestätigt wird. In den Fällen, wo die E. M. K. des Funkens nahezu periodisch verläuft, nehmen die Amplituden der Schwingungen nach jeder Schwingungsdauer um eine konstante Größe ab, wenn die übrigen Energieverluste eliminiert werden.

4. Die Form der Spannungskurve ist für verschiedene Metalle charakteristisch. Nach derselben können sie in eine Reihe (W) geordnet werden, welche als Wiensche Reihe bezeichnet würde

(W) Ag, Cu, Fe, Al, Zn, Cd, Pb, Sn, Bi, Mg.

Als typische Merkmale dieser Kurven wurden ihre Asymmetrie, die Zacken, welche auf das Bestehen einer Glimmstromphase hindeuten, und die Veränderung der Amplituden beim Abklingen der Schwingungen gefunden.

5. Die Amplituden der E. M. K. des Funkens erleiden eine Veränderung beim Abklingen der Schwingungen, und zwar nehmen dieselben bei der in der Reihe (W) linksstehenden Metallen gegen das

Ende der Entladung etwas zu; bei den rechtsstehenden Metallen geschieht dagegen die Veränderung im umgekehrten Sinne; endlich zeichnen sich die in der Mitte stehenden Metalle durch eine relative Konstanz der Amplituden. Dieses Verhalten wurde für längere und mittlere Wellenlängen (2300 bzw. 400 m) festgestellt.

6. Die Größe der Spannungsamplituden ist eine Funktion verschiedener Versuchsbedingungen, wie Funkenlänge, maximale Stromstärke im Schwingungskreise, Frequenz der Schwingungen u. dgl. Die Abhängigkeit von der Funkenlänge kann durch eine lineare Funktion dargestellt werden.

7. Ein bedeutendes Anwachsen der Spannungsamplituden bei der Verminderung der maximalen Stromstärke im Schwingungskreise wurde auch festgestellt. Diese Erscheinung ist bei verschiedenen Metallen ungleich stark ausgeprägt.

8. Bei den kleineren Wellenlängen von etwa 100 m Länge ist die Funkenspannung von der Beschaffenheit der Elektrodenoberfläche sehr stark abhängig. Die Funkenentladung ist dabei ziemlich unregelmäßig. Eine Dämpfung der Spannungsamplituden läßt sich hier bei allen Metallen konstatieren.

9. Die Größenordnung der E. M. K. ist bei den meisten Metallen nahezu dieselbe. Eine Ausnahme stellt die Messingfunkenstrecke dar. Es wird im Einklang damit experimentell gefunden, daß die Dämpfung der Schwingungen durch das Material der Funkenelektroden nur wenig beeinflußt wird.

10. Die Größe der E. M. K. zeigt unzweifelhaft, daß die vorherrschende Form der Funkenentladung einem Lichtbogen analog ist; wohl aber bildet sich in dem Zeitmoment, wo der Lichtbogen erlöscht, eine kurzdauernde Glimmstromentladung aus.

11. Es wurde die Anregung der Oberschwingungen in einem geschlossenen Schwingungskreise durch das Vorhandensein der Funkenstrecke festgestellt, wobei die Kurvenform der E. M. K. des Funkens sich als maßgebend erwiesen hat. E.

(Eingesandt 25. Oktober 1911.)

Über die Angaben von Hitzdrahtinstrumenten bei schnellen Schwingungen von W. Steinhaus. Phys. Ztschr. **12**, 657, 1911.

Aus einer von Semiller in seiner Dissertation: „Absolutes Induktionsdynamometer mit zwei magnetisch gekoppelten, stromdurchflossenen Rechtecken“ über die Angaben eines Hitzdrahtamperemeters von Hartmann & Braun mitgeteilten Tabelle ergibt sich, daß die an diesem

abgelesenen Werte der Stromstärke von den wahren um so mehr abweichen, je kleiner die Wellenlänge wird. Die Abweichungen sind selbst bei verhältnismäßig langen Wellen ($\lambda = 3800$ m) so beträchtlich (10 %), daß seinen Angaben nur noch qualitative Bedeutung beigemessen werden kann.

Da nun aber das Instrument besonders bei orientierenden Messungen ein äußerst bequemes Hilfsmittel ist, so hat der Verfasser eine Reihe von Typen älterer und neuester Konstruktion auf ihre Brauchbarkeit zu Messungen bei schnellen Schwingungen untersucht.

Die angewandte Methode besteht nun darin, daß zunächst die Instrumente nach dem Vorgang von Orlich und Semiller bei einer bestimmten Stromstärke photometrisch gereicht wurden und dann durch besondere Messungen festgestellt wurde, ob die Angaben der Hitzdrahtamperemeter relativ zueinander richtig waren.

Aus den mitgeteilten Beobachtungsresultaten ergibt sich, daß im Bereiche der gebräuchlichsten Wellenlängen ($\lambda = 500$—1500 m) die Abweichungen der angezeigten Stromstärken von den wirklichen selten größer sind wie die Ablesefehler und daß Abweichungen im Sinne der von Semiller beobachteten nicht vorhanden sind.

Daraus folgt, daß die Angaben von Hitzdrahtamperemetern zur Strommessung bei schnellen Schwingungen der gebräuchlichsten Wellenlänge vollkommen verläßlich sind.

Dieses gilt jedoch nicht mehr, wenn das Amperemeter mit Nebenschluß verwandt wird, wie es vermutlich bei Semiller der Fall gewesen sein dürfte. Esau.

(Eingesandt 1. Dezember 1911.)

Studien über elektrische gekoppelte Schwingungssysteme von W. Bierlein (Mitteilungen der physikalischen Versuchsstation Halle-Cröllwitz, Nr. 26, Diss. Halle 1911).

Die Untersuchungen von C. Fischer und J. Kaiser über den Einfluß der Koppelung zwischen Primär- und Sekundärkreis auf die Dämpfung und Maximalamplitude der entstehenden Wellen hatten wesentlich voneinander abweichende Resultate ergeben, die möglicherweise ihren Ursprung darin haben konnten, daß der erste zwei geschlossene, der andere einen geschlossenen und einen offenen Kreis benutzt hatte.

Der Verfasser hat deshalb die Versuche beider nochmals wiederholt.

Dabei ergab sich, daß die von Fischer benutzte Methode gewisse

Nachteile hatte, die darin bestanden, daß die eine der beiden Schwingungen, die durch richtige Koppelung der Meßkreise zum Verschwinden gebracht werden soll, bei fester Koppelung niemals vollkommen verschwand, auch dann nicht, wenn die Dämpfung beider Kreise gleichgemacht wurde. Dasselbe Resultat ergab sich auch für den Fall, daß beide Kreise vollkommen gleich gebaut waren und der erste durch einen Stoßkreis mit Wienscher Löschröhre angeregt wurde.

Die nach der Methode aus den beiden Wellen berechnete Koppelung ergab sich nicht so, wie sie sich aus dem Sekundärmeßkreis berechnet, sondern sie liefert nur einen Mittelwert, der sich je nach der Koppelung bald mehr dem Wechselverhältnis des einen oder des anderen nähert.

Im zweiten Teile wird der Einfluß der Verstimmung auf den Stromeffekt in beiden Kreisen untersucht.

Bei sehr loser Koppelung tritt das Minimum des Stromeffekts im Primärkreis bei kleinerer Frequenz ein, als dem Resonanzfall entspricht. Wird die Koppelung etwas fester, so treten im Primärkreis zwei Wellen auf, während im Sekundärkreis nur eine einzige feststellbar ist. Bei noch festerer Koppelung finden sich dann in beiden Kreisen zwei Wellen.

Quantitativ wurde durch Verstimmung eine Verstärkung des Stromeffektes im Primärkreis bis zu 100 % für die kurze Welle, bis zu 60 % für die lange Welle gegenüber dem Stromeffekt bei Gleichheit der beiden Schwingungszahlen erreicht. Mit fester werdender Koppelung nimmt die Verstärkung ab.

Im Sekundärkreis ist der Verlauf der Maximalamplituden außer von der Koppelung noch von der Dämpfung der beiden Kreise abhängig.

Die größte Amplitude ergibt sich bei allen Koppelungsgraden im Falle der Resonanz der beiden Kreise, und zwar ist die Amplitude der langen Welle für alle Grade der Verstimmung kleiner als die der kurzen. Ihre Differenz wächst mit fester werdender Koppelung. Die quantitative Verstärkung im Sekundärkreis gegenüber der Resonanz ist geringer wie im Primärkreis bis zu 25 % für die kurze Welle. Für die längere Welle ist die Zunahme des Stromeffektes auch hier geringer als für die kurze.

Die gefundenen Resultate stehen im Einklang mit denen von Wien.

Im dritten Teil wird der Einfluß der Koppelung auf Dämpfung und Amplitude der beiden Wellen untersucht, wobei sich ergibt, daß das Dekrement als von der Koppelung unabhängig zu betrachten ist, in Übereinstimmung mit Kaiser. Auf keinen Fall sind die Werte in

Übereinstimmung mit den theoretisch ermittelten, nach denen das Dekrement der kurzen Welle größer ist als das der langen.

Die Amplitude im Sekundärkreis steigt mit zunehmender Koppelung bis zu einem bei sehr losen Koppelungsgraden liegenden Maximum, um dann sehr steil abzufallen. Die Lage des Maximums bezüglich der Koppelung ist abhängig vom Dekrement beider Kreise, in Übereinstimmung mit Fischer.

Der Koppelungsgrad, bei dem die Aufteilung in zwei Wellen in beiden Kreisen auftritt, ist ebenfalls abhängig vom Dekrement des Systems, und zwar tritt die Trennung in zwei Wellen im Primärkreis bei um so festerer Koppelung auf, je größer die Dämpfung ist.

Im Sekundärkreis tritt die Aufspaltung immer bei einer um $1^1/_2$—2 $^0/_0$ festeren Koppelung auf wie im Primärkreis.

Bei festeren Koppelungen steigt die Amplitude der kürzeren Welle in beiden Kreisen gleichmäßig an, die der längeren fällt ebenso ab, wobei die kürzere im Gegensatz zu Fischer und in Übereinstimmung mit Kaiser stets die größere Amplitude hat. Esau.

Über den Einfluß der Atmosphäre auf die Dämpfung funkentelegraphischer Sender und Empfänger (vorläufige Mitteilung) von A. Esau. Phys. Ztschr. 1911, S. 798—800.

Das negative Ergebnis verschiedener Arbeiten über den Einfluß der Atmosphäre auf die Dämpfung an Sendern und Empfängern veranlaßte den Verfasser die Frage nochmals mit empfindlicheren Meßanordnungen über einen längeren Zeitraum zu untersuchen.

Dabei ergab sich, daß Wirkungen vorhanden waren, die sich in zwei Gruppen teilen ließen

1. gröbere, hervorgerufen durch Reif, Regen und Schnee;
2. schwächere, die herrührten von der verschiedenen luftelektrischen Beschaffenheit der Atmosphäre.

Die ersteren haben eine beträchtliche Vergrößerung der Dämpfung zur Folge, bis zu 200 $^0/_0$ bei bereiftem Luftleiter, 100 $^0/_0$ bei Regen und bis zu 50 $^0/_0$ bei Schnee.

Gleichzeitig mit wachsender Dämpfung trat eine Erhöhung der Antennenkapazität (bis zu 5 $^0/_0$) auf, die eine Verstimmung des Luftleiters gegen den Erregerkreis bewirkte.

Nebel rief keine merkbare Erhöhung der Dämpfung hervor.

Die zweite Gruppe bewirkt weniger starke Dämpfungsänderungen bis zu 20 $^0/_0$, die aber außerordentlich regelmäßig erfolgen.

Parallelbeobachtungen über die Anzahl und Intensität der im Telephon des Empfängers auftretenden Geräusche in einer bestimmten Zeit (hervorgerufen durch Ladungen, die vom Luftleiter über die Schlömilchzelle zur Erde fließen und von geladenen Teilchen herrühren) ergaben, daß die Zeiten maximaler Störungszahlen zusammenfielen mit denen, wo die Dämpfungswerte der Antenne groß waren und daß beide Elemente einen vollkommen parallelen Verlauf nehmen.

Die Störungszahlen befolgen nun die analogen Gesetze, wie die nach bekannten anderen Methoden gemessenen Zerstreuungswerte; sie nehmen zu: mit abnehmender Bewölkung, mit wachsender Durchsichtigkeit der Luft, mit wachsender relativer Feuchtigkeit und Temperatur, bei Kumulusbildung und insbesondere bei Gewitterbildung.

Sie nehmen ab mit wachsendem Dunstgehalt der Atmosphäre und erreichen sehr niedrige Werte bei Nebel.

Mit wachsender Erhebung über den Erdboden nimmt ihre Anzahl außerordentlich stark zu; jedoch ist das Verhältnis für zwei bestimmte Höhen großen Schwankungen unterworfen. Es kommen sogar Tage vor, wenn auch verhältnismäßig selten, wo die tieferen Höhenlagen höhere Störungszahlen aufweisen wie die oberen.

Charakteristisch ist, daß mit abnehmender Höhe der Anstieg zu dem täglichen Maximum mehr und mehr und mehr nachhinkt, z. B. zwischen einer Höhe von 2 und 30 m ca. 4 Stunden.

Von Einfluß war ferner der Beobachtungsort und die verschiedene Form des Luftleitergebildes (insbesondere ob mit Gegengewicht oder mit Erde).

Außer einer täglichen Periode mit ausgesprochenem Sommer- und Wintertyp (der letztere viel ruhiger und von kleinerer Amplitude wie der erstere), ergab sich aus 3jährigem Beobachtungsmaterial eine jährliche Periode mit tiefen Werten in den Winter- und Herbstmonaten und hohen im Sommer und Frühjahr.

Über die hier nur kurz angedeuteten Resultate soll in nächster Zeit ausführlicher berichtet werden. E.

(Eingesandt 24. Oktober 1911.)

Untersuchungen über die Brauchbarkeit des Thermoelementes zu energetischen Messungen von C. Tietze (Mitteilungen der Phys. Versuchsstation Halle-Cröllwitz Nr. 27, Diss. Halle 1911).

Der Verfasser untersucht das bei Messungen mit schnellen Schwingungen vielfach als Indikator verwendete Thermoelement (M. Co. Kreuz)

mit Rücksicht auf seine Angaben als Energiemesser. Für Gleichstrom ergibt sich die bekannte Beziehung zwischen dem Ausschlag β des mit dem Thermoelement verbundenen Galvanometers und dem Strom i in der Form

$$\beta = \alpha i^2 \pm \gamma i$$

(α und β sind Konstanten des Elementes).

Bei Wechselströmen wird in einem Schwingungsintervall von 50—3000 Schwingungen pro Sekunde

$$\beta = c i^2$$

Erregt man das Thermoelement durch schnelle Schwingungen, so ergibt sich, wenn nur die sekundliche Funkenzahl geändert wird

$$\beta = c E$$

der Ausschlag β also proportional der Energie. Vorausgesetzt ist dabei allerdings, daß es sich um geringe Funkenzahlen handelt, etwa 0,4—4 pro Sekunde.

Ändert man die Größe der Kapazität, so müssen zwei Fälle unterschieden werden, je nachdem der Indikatorkreis direkt an den eine Funkenstrecke enthaltenden Primärkreis gekoppelt ist oder an einen durch diesen erregten „Zwischenkreis".

Im ersteren Falle gilt die obige Beziehung nur dann, wenn es sich um genügend große Kapazitäten handelt (bei kleinen werden die Ausschläge zu klein).

Im zweiten Falle ist die Bedingung für die Gültigkeit der Gleichung $\beta = c E$ die, daß der Zwischenkreis möglichst schwach gedämpft ist, auch dürfen die einzelnen Energiestöße (etwa durch Veränderung der Kapazität) nicht allzu sehr variiert werden. Der Einfluß eines sonst gleichen Widerstandes in diesem Kreise wächst mit der Dämpfung des Primärkreises.

Der Ausschlag ist ferner umgekehrt proportional dem im Kreise befindlichen Gesamtwiderstandes W also

$$\beta = \beta_0 \frac{W_0}{W}$$

(β_0 bedeutet den Integraleffekt bei zusatzfreiem Anfangswiderstand W_0), infolgedessen, da die Dämpfung $\Delta = c \cdot W$ ist, auch

$$\beta = \frac{c \cdot \beta_0 W_0}{\Delta}$$

Handelt es sich um einen durch Stoßerregung angeregten Zwischenkreis, so gilt für die Koppelung zwischen Indikator und Schwingungskreis

$$\beta = c K^2$$

d. h. der Ausschlag proportional dem Quadrat des Koppelungskoeffizienten.

Ist der Indikatorkreis direkt mit dem Primärkreis gekoppelt, so gilt die obige Beziehung nur für lose Koppelungen ($\leqq 0{,}07$).

Esau.

(Eingesandt 23. November 1911.)

Thermoelemente für Versuche mit Hochfrequenzströmen von L. W. Austin (Phys. Ztschr. 1911, S. 1226).

Die benutzten Thermoelemente bestanden aus Platin und Tellur, die auf elektrischem Wege zusammengeschweißt wurden. Es erwies sich dabei als zweckmäßig die Schweißung in einer sauerstofffreien Atmosphäre vorzunehmen, da im anderen Falle sehr häufig ein Brechen der Lötstelle eintrat.

Der Widerstand solcher Elemente betrug zwischen 5 und 50 Ω. Sie erwiesen sich in ihren elektrischen Eigenschaften über mehrere Jahre hindurch als sehr konstant. Ihre Eichung kann infolge ihrer Bauart nur mit Wechselstrom erfolgen.

Um Thermoelemente von geringerem Widerstande zu erhalten $< 1\ \Omega$), kann man das Tellur ersetzen durch ein Stück 0,02 mm starken Konstantandraht.

Was die Empfindlichkeit der Elemente anbetrifft, so gibt der Verfasser an, daß ein Thermoelement der ersten Art von ca. 32 Ω mit einem hochempfindlichen Galvanometer einen Ausschlag von 1 mm für 120 Mikroampere ergab.

Esau.

(Eingesandt 3. Mai 1912.)

Herstellung von Gleichrichtern auf physikalischem Wege von Henry Sutton (Electrician, Vol. 69, 1912, S. 66).

Gelegentlich einer Untersuchung über die Gleichrichterwirkung verschiedener Mineralien fand der Verfasser, daß es möglich ist diese künstlich in einem Material hervorzurufen, dem im natürlichen Zustand jene Fähigkeit abgeht.

Ein Kristall von Schwefelkies (FeS_2) zeigte an seiner Oberfläche keinerlei Gleichrichterwirkung. Bricht man ihn quer zu seiner Spalt-

ebene durch, so entsteht eine muschelartige Bruchfläche mit einer Anzahl feiner Rillen. Beobachtung ihrer Anzahl unter dem Mikroskop ergab etwa 2500 auf den Zoll. In der Nachbarschaft dieser Rillen zeigte das Material jetzt sehr starke Gleichrichterwirkung.

Mit dem Mikroskop gelingt es leicht die empfindlichen Stellen herauszusuchen.

Verglichen mit Silicium ergab FeS_2 etwa die dreifache Empfindlichkeit.

Es zeigte sich ferner, daß eine Kombination von natürlichem Schwefelkies und Gold nur einen thermoelektrischen Strom liefert, aber keinerlei Gleichrichterwirkung auf die elektrischen Schwingungen ausübt. Erst durch den Bruch erlangt das Material diese Eigenschaft.

Die Richtung des Thermostromes und des gleichgerichteten sind einander entgegengesetzt, sowohl wenn man FeS_2-Gold als auch Silicium-Gold verwendet.

Es gelang mit einem nach diesem Verfahren künstlich hergestellten Detektor Zeichen einer 2 KW.-Station auf ca. 2400 englische Meilen aufzunehmen.

Esau.

(Eingesandt 3. Mai 1912.)

Untersuchungen über gekoppelte elektrische Schwingungskreise von E. Talsch (Mitteil. der Phys. Versuchsstation Halle-Cröllwitz Nr. 28).

Die vorliegenden Untersuchungen wurden ausgeführt mit einem System Wienscher Stoßerregung, bestehend aus dem starken gedämpften Primärkreis, einem Zwischenkreis geringer Dämpfung und einem hiermit lose gekoppelten Meßkreise. Abweichend von dem gewöhnlichen Verfahren der Dämpfungsmessung, wo die Resonanzkurve aufgenommen wird durch Variation der Kapazität im Meßkreise, zeigt der Verfasser, daß dieses auch geschehen kann durch Veränderung der Kapazität im Zwischenkreis. Selbst bei größeren Dämpfungswerten ist die Vertauschbarkeit der beiden Kreise zulässig. Daran schließen sich Messungen der Dämpfung an mehrlagigen unterteilten und nicht unterteilten Litzenspulen, aus denen sich ergibt, daß mehrlagige Spulen große Dämpfungen ergeben und für Meßzwecke nicht brauchbar sind.

Als außerordentlich schädlich erwies es sich, einzelne Windungen der in den Schwingungskreis eingeschalteten Spulen frei endigen zu lassen. Diese „toten" Enden erhöhten die Dämpfungen und drückten naturgemäß die Amplitude der Schwingungen herunter.

Kurzschließen der freien Spulenenden über eine Kapazität hatte eine Steigerung der Amplitude zur Folge; auch wird die Dämpfung günstiger. Diese Zusatzkreise beeinflussen die Schwingungszahl des eigentlichen Kreises nicht unerheblich. Es wird ferner ein Mittel angegeben den Empfindlichkeit der Baretter noch zu steigern durch Verringerung der Drahtdicke; erreicht wird diese durch teilweises Zerstäuben des Drahtes auf elektrischem Wege.

Daran anschließend wurden einige Kontaktdetektoren in der bei der drahtlosen Telegraphie üblichen Form untersucht in bezug auf Empfindlichkeit und Konstanz ihrer Angaben im Vergleich zu denen des Baretters.

Es ergab sich, daß die Empfindlichkeit der Detektoren nicht konstant war, sondern mit der Zeit abnahm. Durch Parallelschalten mehrerer Detektoren konnte eine Erhöhung der Empfindlichkeit der Meßanordnung erreicht werden.

Was die Verwendung des Detektors für Dämpfungsmessungen an Stelle des Baretters oder Thermoelementes betrifft, so zeigte sich, daß die aus den aufgenommenen Resonanzkurven ermittelten Dekremente in allen drei Fällen den gleichen Wert ergaben.

[Daraus würde folgen, daß die Angaben des Detektors proportional zu i^2 sind; indessen steht dieses Resultat im Gegensatz zu einem von Müller gefundenen (O. Müller, Diss., Halle 1909) und wohl auch zur allgemeinen Ansicht. Aus diesen beiden Gründen wäre eine anderweitige Bestätigung des Resultates dringend erwünscht. Anm. d. Ref.]

Esau.

(Eingesandt 3. Mai 1912.)

Über die Bestimmung des Spannungsknotens von Luftleitern von A. Esau (Phys. Ztschr. **13**, 495, 1912).

Verschiedene Untersuchungen an Luftleitern (Messung der Kapazität usw.) machten eine empfindliche und zugleich schnell und leicht ausführbare Bestimmung des Spannungsknotens notwendig, und zwar für Sender und Empfänger in gleicher Weise.

Ableuchten mit Geißlerröhren ergab zwar bei stark verlängerten Antennen, wo die Spannung eine recht hohe ist, befriedigende Resultate, doch ließ mit abnehmender Welle die Empfindlichkeit sehr viel zu wünschen übrig und sie versagte vollkommen beim Empfangsluftleiter.

Deshalb wurde eine andere Methode für diesen Zweck benutzt, die darauf beruht, daß man am Luftleitergebilde im Knotenpunkt der

Spannung eine Erdverbindung anbringen kann, ohne seinen Schwingungsvorgang schädlich zu beeinflussen, während an jeder anderen Stelle die Schwingung selbst mehr oder weniger gestört wird.

Die Ausführung der Knotenbestimmung gestaltet sich praktisch etwa folgendermaßen: Ein in die Antenne direkt (oder auch gekoppelt), eingeschaltetes Hitzdrahtinstrument zeige den Ausschlag α. Hierauf wird ein geerdeter Draht an eine der Windungen der Antennenverlängerungsspule gelegt, was ein Zurückgehen des Ausschlages zur Folge haben wird. Bei Annäherung an den Knotenpunkt erreicht er wieder seinen alten Wert, um nach dem Durchgang durch den Knoten wieder zu sinken.

Die Empfindlichkeit der Methode betrug innerhalb eines Wellenbrechers von 370—800 m ca. 1 %. Für den gleichen Bereich ergab die Methode des Ableuchtens bei Harn 15—5 %, Helium 25—6 % und Wasserstoff 30—6 %.

Die gleiche Empfindlichkeit von 1 % konnte auch beim Empfänger erreicht werden.

Sehr gut läßt sich die Methode auch verwenden zur Demonstration der Änderung der Spannungsverteilung, die hervorgerufen wird durch Einschalten von Kondensatoren und Spulen in den Luftleiter.

Sie kann ferner auch ausgedehnt werden anf Kreise mit nicht quasistationären Schwingungsverlauf wie z. B. Lechersche Drahtsysteme.

Es ergab sich bei diesen Versuchen noch ein anderes Resultat. Wurde die Erdverbindung an den Knotenpunkt des Luftleiters gelegt, so trat eine Vergrößerung des Ausschlages des Instrumentes ein bis zum Betrage von ca. 20 % der Gesamtenergie.

Diese Zunahme zeigte sich abhängig von der Dämpfung der Antenne derart, daß mit wachsender Dämpfung die prozentuale Vergrößerung geringer wurde. Ein Einfluß des Potentials des Primärkreises und der Koppelung mit diesem Kreise konnte nicht nachgewiesen werden.

Beim Empfangsluftleiter trat diese Zunahme nicht ein.

Für den Sender ergibt sich heraus ein Mittel die in ihm schwingende Energie zu steigern ohne Erhöhung der Primärenergie.

Die Zunahme wurde auf zwei entfernt liegenden Empfangsstationen in dem gleichen Betrage nachgewiesen wie in der sendenden Station selbst. Esau.

(Eingesandt 3. Mai 1912.)

Über die Verbesserung des Telephons.[1])

Die wichtigsten bisher bekannt gewordenen Telephonarten sind das elektromagnetische, das elektrodynamische und das elektrostatische. Da von diesen nur das elektromagnetische eine den Bedürfnissen der Praxis entsprechende Lautstärke mit einem einfachen und billigen Aufbau vereint, so scheinen gegenwärtig in erster Linie die Bestrebungen, das elektromagnetische Telephon zu verbessern, praktische Erfolge zu versprechen. Um zielbewußt an dieser Aufgabe arbeiten zu können, muß man sich Klarheit über die Wirkungsweise des Telephons verschaffen. Die mechanischen und elektromagnetischen Vorgänge sind bisher am eingehendsten von Poincaré theoretisch untersucht worden[2]).

Auch die Poincarésche Theorie kann das Verhalten des Apparates nur in großen Zügen wiedergeben, da er mancherlei vernachlässigt hat, um die Rechnungen durchführen zu können. Ohne auf die Einzelheiten einzugehen erwähnen wir, daß einer der Hauptfortschritte seiner Theorie gegenüber den älteren Theorien in der Berücksichtigung derjenigen elektromotorischen Kräfte besteht, die durch die Membranbewegung in der Hörerwickelung induziert werden.

Wenn man einen Wechselstrom von der Frequenz $n = \omega/2\pi$ in die Hörerwickelung hineinschickt, so weist die Wickelung einen Scheinwiderstand

$$\mathfrak{R} = r + j\,\omega\,L$$

auf, den man sich hiernach aus dem Zusammenwirken eines wirksamen Ohmschen Widerstandes r und einer wirksamen Selbstinduktivität L entstanden denken kann. Beide Werte r und L gelten immer nur für eine bestimmte Frequenz und unterscheiden sich von den bei festgehaltener Membran gültigen Werten durch Zusatzglieder, die von der Membranbewegung herrühren. Man kann diese Zusatzglieder nach der Theorie von Poincaré berechnen und hiernach Kurven zeichnen, die die Abhängigkeit der wirksamen Werte r, L von der Frequenz darstellen. Der Verlauf dieser Kurven ist besonders in der Umgebung der Hauptresonanzstelle, nämlich der Frequenz des Grundtones der Membran, interessant. Ich habe diese

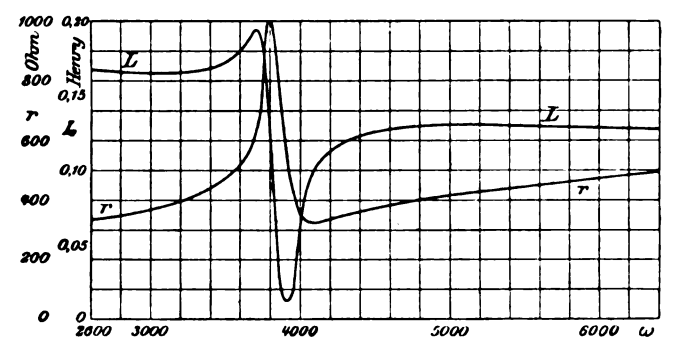
1) Auszug aus einem Vortrag, gehalten in der Sitzung des Elektrot. Vereins zu Berlin am 18. Okt. 1910 und abgedruckt in der Elektrot. Ztschr. 32, 80, 110, 1911.

2) L'Eclairage électrique 50, 221, 257, 329, 365, 401, 1907.



Kurven an verschiedenen Hörern der gebräuchlichen Ausführung durch Messung des Scheinwiderstandes aufgenommen; sie stimmen mit den nach Poincaré berechneten Kurven zwar nicht in den Zahlenwerten überein (nicht einmal annähernd), haben aber wenigstens der Form nach einen ganz ähnlichen Verlauf. Ich möchte hier nur eines der von mir aufgenommenen Kurvenpaare wiedergeben (Fig. 1).[1])

Wenn man sich diese Kurven ansieht, fragt man sich unwillkürlich, ob denn ein solcher Hörer, der die Frequenzen eines gewissen Bereichs so außerordentlich bevorzugt, überhaupt fähig sein kann, die menschliche Sprache klanggetreu wiederzugeben. Der Versuch, die



Verhalten des Betriebswiderstandes und der Betriebsselbstinduktivität eines Hörers an der Hauptresonanzstelle.

Fig. 1.

Erfahrung lehrt, daß man mit der Klangfarbe ganz zufrieden sein kann.

Die Erklärung ergibt sich aus der Betrachtung der akustischen und physiologischen Grundlagen der Sprachübermittelung. Wer sich nämlich jene Frage so stellt, steht auf dem von Helmholtz vertretenen Standpunkte, daß die Farbe eines Klanges lediglich durch das Stärkeverhältnis der in ihm enthaltenen harmonischen Komponenten bestimmt sei[2]). Demgegenüber kann es aber heute als sichergestellt gelten, daß das Kennzeichen eines bestimmten Klanges gewisse Töne von fester (oder wenig veränderlicher) Höhe sind, Formanten genannt. Diese Theorie geht auf Willis[3]) zurück;

---

1) Bei manchen Hörern reicht die Einsenkung der L-Kurve an der Resonanzstelle sogar unter die Abszissenachse; der Hörer wirkt also in dem zugehörigen Frequenzbereich wie ein Kondensator mit Widerstand.

2) Siehe z. B. Wied. Ann. 5, 448, 1878.

3) Camb. Phil. Trans. 3, 231, 1829.

bezüglich der Vokalklänge hat sich auch Helmholtz in gewisser Hinsicht zu ihr bekannt; die Formanten der Instrumentalklänge wurden von G. Meißner[1]) und E. Hermann-Goldap[2]) nachgewiesen. Die Untersuchungen von Breisig[3]), Devaux-Charbonnel[4]), Cohen und Shepherd[5]) und vom Verfasser[6]) lehren, daß für die Übermittelung der menschlichen Sprache lediglich die Töne der Frequenz $n = 500$ bis 1200 unentbehrlich sind, daß man also die wichtigeren Formanten der Sprachklänge in diesem — bemerkenswert engen — Bereiche zu suchen hat. Schließlich legt doch auch die Wirkungsweise des Ohres als Resonanzinstrument die Vermutung nahe, daß es den Klang an dem Auftreten bestimmter Töne, und nicht an der Existenz gewisser mathematischen Beziehungen zwischen seinen Bestandteilen wiedererkannt. Diese Beziehungen werden übrigens beim Telephonieren auf dem Wege über das Mikrophon, die Apparate, Leitungen, Kabel und das Telephon stark geändert, ohne daß die Verständigung aufhörte; auch daraus ergibt sich ihre Bedeutungslosigkeit. Wir sehen also, daß es nicht so wichtig ist, daß das Telephon für die Töne eines möglichst weiten Schwingungsbereiches eine möglichst konstante Empfindlichkeit habe; daß man vielmehr danach streben soll, ihm für die wichtigsten Frequenzen der Sprachlaute ($\omega = 2\pi n = 3000$ bis 7000) eine möglichst große Empfindlichkeit zu geben.

Die Empfindlichkeit kann erstens durch eine geeignete Wahl der Polform und zweitens durch eine Verringerung der Energieverluste gesteigert werden.

Aus der Veränderung, die die Impedanz $\mathfrak{R} = r + j\,\omega\,L$ des Telephons erfährt, wenn man die Stromstärke, die Frequenz und den Membranabstand ändert, ist zu schließen, daß ein erheblicher Teil der zugeführten Energie durch Wirbelströme vergeudet wird. Die Messung der Amplitude und Phase der Feldschwankung bei der Frequenz der Sprechströme an verschiedenen Stellen des magnetischen Kreises bestätigt diesen Schluß. Bezüglich der Einzelheiten dieser Messungen muß auf die ausführliche Veröffentlichung in der Elektrotechnischen Zeitschrift verwiesen werden.

Die Wirbelströme lassen sich verringern:

---

1) Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie **116**, 543, 1907.
2) Ann. d. Phys. (IV) **23**, 979, 1907.
3) Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. **12**, 184, 1910.
4) La Lumière électrique (2) **3**, 323, 1908.
5) The Electrician, London **59**, 124, 1907.
6) Phys. Ztschr. **11**, 1122, 1910.

1. Durch den Aufbau des magnetischen Kreises, besonders der Polschuhe, aus Drähten oder Blechen;
2. durch die Verwendung von legiertem Eisen (sog. Elektrostahl; fast kohlenstoffreies Eisen mit einem Siliciumgehalt bis zu 4,5 %), das in Blechform im Dynamo- und Transformatorenbau heute schon viel verwendet wird.

Die Versuche zeigen, daß beide Mittel eine merkliche Verbesserung des Hörers ergeben; man wird sie darum vorteilhaft beide zugleich anwenden. Die hierbei erzielten Ergebnisse zeigt die folgende Tabelle, die sich auf den großen Hörer für Ortsbatteriegehäuse der Reichstelegraphen-Verwaltung bezieht. Es ist:

Polschuh A der gewöhnliche massive, dreimal geschlitzte Polschuh aus Weicheisen.

Polschuh E ist aus legiertem Blech der Qualität F des Eisenhüttenwerkes Thale a. Harz von 0,3 mm Dicke aufgebaut.

Membran a ist die gewöhnliche 0,4 mm starke Weicheisenmembran dieser Hörerform.

Membran d besteht aus 0,4 mm starkem Blech derselben Qualität wie das Blech des Polschuhs E.

J ist der durch die Hörerwickelung (1760 Windungen) fließende Strom.

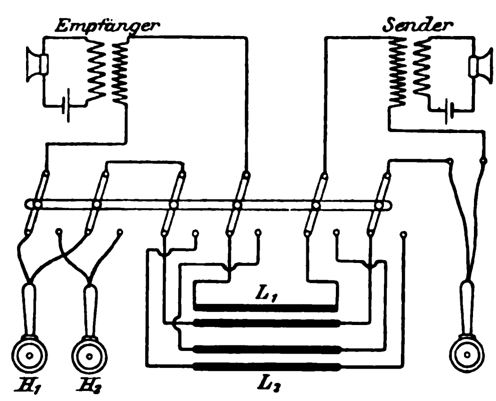
Nr.	Polschuh	Membran	ω	J Milliampere	r Ohm	L Henry
1	A	a	0	—	200	—
2			5000	1,27	391	0,112
3			5000	4,60	416	0,120
4			6000	5,00	465	0,113
5	E	a	0	—	200	—
6			5000	1,14	354	0,156
7			6280	1,20	394	0,159
8			7000	1,21	435	0,157
9	E	d	0		200	—
10			5000	[1]	334	0,1878
11			6000		376	0,1860

Die durch die Verwendung legierten Eisens und die Unterteilung der Polschuhe erreichten Vorteile sind unverkennbar. Die Verminde-

1) Der Strom ist nicht genau gemessen worden, bewegte sich aber in derselben Größenordnung wie bei den übrigen Messungen.

rung des Betriebswiderstandes ist um so höher einzuschätzen, als sie mit einer Vergrößerung der Induktivität, das heißt der nützlichen Feldschwankung, einhergeht. Der Wirkungsgrad ist dementsprechend gestiegen.

Es schien darum angebracht, nunmehr auch Sprechversuche mit den beiden Hörern anzustellen. Solche Versuche haben erstens für sich, daß ihren Ergebnissen unmittelbar eine praktische Bedeutung zukommt. Sie geben aber auch zweitens einen wohlbestimmten zahlenmäßigen Ausdruck für den Unterschied zwischen den zu vergleichenden



Schaltung für den Vergleich der Hörer H_1 und H_2 durch Sprechversuche.
Fig. 2.

Apparaten, wenn man sich dabei der in Fig. 2 dargestellten Schaltung bedient.

Gegen den Sender wird gleichmäßig laut gesprochen. Steht der Umschalter in der gezeichneten Stellung, so geht der Sprechstrom durch die künstliche Leitung L_1 zum Empfänger und betätigt den Hörer H_1. Nach dem Umlegen des Schalters sind Sender und Empfänger durch die künstliche Leitung L_2 verbunden; zugleich ist nun der Hörer H_2 eingeschaltet. Sind die Leitungen gleich, so wird man in dem besseren Hörer, z. B. H_1, die Sprache lauter hören.

Nun werde die Dämpfung von L_1 so weit vergrößert, daß die Sprache in H_1 nur noch ebenso gut gehört wird wie in H_2. Unter sonst gleichen Umständen ist bei langen[1]) Leitungen vom Dämpfungsexponenten βl die auf einen bestimmten Empfänger übertragene

1) Wenn $\mathfrak{Cof}\,\beta l$ durch $^1/_2 e^{\beta l}$ ersetzt werden darf.

Energie proportional $e^{-2\beta l}$. Es folgt also aus dem soeben angestellten Versuch, daß der Hörer H_1, der ebenso lautstark ist wie H_2, nur den Bruchteil

$$\frac{e^{-2\beta_1 l}}{e^{-2\beta_2 l}} = e^{-2(\beta_1 l - \beta_2 l)} \tag{A}$$

von der Energie braucht, die H_2 erhält. Dieser Bruchteil darf daher als Maß für das Verhältnis der Güte der beiden Hörer angesehen werden.

Bei der Ausführung dieser Versuche über Leitungen verschiedener Art ergab sich, daß der Dämpfungsunterschied für den Vergleich von Ea mit Aa etwa 0,3, für den Vergleich von Ed mit Aa etwa 0,4 beträgt.

Sieht man $\beta l = 3{,}5$ als die den Apparaten der gebräuchlichen Ausführung entsprechende praktische Grenze des Dämpfungsexponenten an, die man bei einer vom Publikum ohne besondere Anstrengung zu benutzenden Übertragung noch zulassen darf, so ergibt sich aus den soeben mitgeteilten Zahlen eine Vergrößerung der Reichweite der Fern. leitungen um $8^1/_2\,^0/_0$ beziehungsweise $11^1/_2\,^0/_0$, wenn der gewöhnliche Hörer Aa gegen den Hörer Ea beziehungsweise Ed ausgetauscht wird. Dieses Ergebnis ist zur Beurteilung des praktischen Wertes der Verbesserung von Bedeutung, würde aber doch für sich allein kein vollständiges Bild von den erreichten Vorteilen geben. Rechnet man nämlich aus dem Unterschiede der Dämpfungsexponenten den Energieverbrauch der Hörer aus Gleichung (A), so ergibt sich, daß Hörer Ea nur $100 e^{-0,6} = 55\,^0/_0$, Hörer Ed nur $100 e^{-0,8} = 45\,^0/_0$ der dem Hörer Aa zuzuführenden Energie bedarf, um eine ebenso gute Übertragung zu geben wie dieser. Man ersieht schon aus diesen Zahlen, wie schwierig es ist, die Reichweite telephonischer Übertragungen dadurch wesentlich zu vergrößern, daß man die Empfänger empfindlicher baut. Um bei derselben Senderenergie die gegenwärtige Reichweite ($\beta l = 3{,}5$) zu verdoppeln, müßte man Hörer bauen, die mit

$$e^{-7} = \sim \frac{1}{1100}$$

der Energie dieselbe Lautstärke entwickeln wie die jetzigen Hörer.

K. W. Wagner.

(Eingesandt 20. April 1911.)



Wir entnehmen einer Erklärung der unterzeichneten Herren aus den Ber. D. Phys. Ges. **14**, 508, 1912 folgendes:

Zur Priorität der Erdantennen von L. Zehnder und F. Kiebitz. Zwischen den Unterzeichneten sind Meinungsverschiedenheiten darüber entstanden, ob die von Herrn Kiebitz bei seinen Versuchen mit gerichteter Telegraphie im Kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamt angewandten Schaltungen gleich sind denjenigen Schaltungen, welche Herr Zehnder in den von ihm seinerzeit eingereichten Patentschriften niedergelegt hat.

Diese Meinungsverschiedenheiten haben auf beiden Seiten zu sachlichen und auch persönlichen Erörterungen in der Öffentlichkeit geführt.

Den Streit wollen beide nunmehr ruhen lassen. Vorher erklärt noch Herr Zehnder, daß seine Behauptung, Herr Kiebitz arbeite nach seiner Schaltung, sich nicht auf diejenige Ausführungsform der Kiebitzschen Versuche bezogen hat, bei denen die Enden der wagerechten Antennen isoliert und ohne besondere Kondensatoren waren, sondern nur auf die andere Form, bei der Kondensatoren angeschaltet waren. Inwieweit diese letztgenannte Schaltung, wie sie von Herrn Zehnder früher beschrieben worden ist, mit der von Herrn Kiebitz angewandten übereinstimmt, wollen beide Herren nunmehr dem Urteil der Fachgenossen überlassen.

Berlin, 26. April 1912.

gez. L. Zehnder. gez. F. Kiebitz.

(Eingesandt 3. Juni 1912.)

Mosler, Radiotelegraphische Empfangsversuche im Freiballon, Elektrot. Ztschr. Heft 48, 1911.

Die Luftschiffahrt hat heute ganz besonderes Interesse für Funkenspruchverbindung zwischen Ballon und Erdstation.

Von großer Bedeutung ist die funkentelegraphische Verständigung für die militärischen Luftkreuzer, sie ist aber auch nicht minder wichtig für den Freiballon.

Da die Armee hohen Wert auf die Ausrüstung ihrer Luftschiffe mit drahtloser Telegraphie legt, so sind entsprechende Versuche fast ausschließlich vom Militär angestellt und die erzielten Resultate geheim gehalten worden.

Fragen von Wichtigkeit sind z. B. beim Freiballon die günstigste Anordnung des Gegengewichtes, ferner wie gestaltet sich der Empfang in verschiedenen Höhen und wie nimmt die Intensität mit der Entfernung von der gebenden Station ab.

Zur Klärung dieser Fragen wurde der 1600 cbm fassende Ballon Braunschweig des Braunschweiger Vereins für Luftschiffahrt mit einer Empfangseinrichtung versehen.

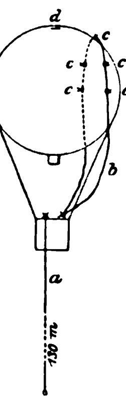


Fig. 1.

Als Antenne diente ein unten beschwerter, frei herabhängender Kupferdraht *a* (Fig. 1) von 130 m Länge und 1 mm Durchmesser.

Um eine Selbstentzündung nach Möglichkeit auszuschließen, wurde für das Gegengewicht eine besondere Anordnung gewählt.

Ein mit Gummiumpressung stark isolierter Kupferdraht *b* von 1 mm Durchmesser und 65 m Länge wurde, wie Fig. 1 zeigt, in einer zum Äquator senkrechten Ebene ausgespannt und mit sehr dünnen Gummistreifen *c* am Netzwerk derartig befestigt, daß der Draht nur lose gehalten, damit gefährliche Einschnürungen des Ballonstoffes bei Volumenänderungen ausgeschlossen waren.

Anfang und Ende dieses Drahtes wurden zur Gondel geführt und mit einer gemeinsamen Anschlußklemme des Empfangsapparates verbunden.

In neuerer Ausführung[1]) wird der Draht (*b*) nicht mehr an leicht zerreißbaren Stoffstreifen im Netzwerk angebracht, sondern durch eine senkrecht zum Äquator ausgespannte schlauchartige Hülle gezogen, welche aus stärkerem Ballonstoff besteht und an dem Netzwerk dauernd befestigt sein kann.

Soll z. B. kurz vor der Landung oder vor dem Passieren geladener Wolkenschichten aus Gründen der Vorsicht der Luftdraht beseitigt werden, so kann dies durch Einknüpfen einer längeren Schnur in die Luftdrahtschleife, die natürlich an der Anschlußstelle zu öffnen ist, leicht geschehen.

Die Antenne wird von der Gondel aus eingeholt und die Schnur bleibt jetzt in der Gummistoffhülle.

Soll später der Luftleiter wieder ausgespannt werden, so geschieht es durch Einziehen der Schnur, welche den Draht von neuem um den Ballon sich legen läßt.

Da, wie Fig. 1 zeigt, die Antennenschleife resp. die Schnur außerhalb des Korbes herunterhängt, so sind Störungen durch die Leinen der Reißbahn und des Ventilzuges nicht zu erwarten.

Die Umhüllung des Drahtes durch den Schlauch aus Ballonstoff

1) Mosler, Schleifen-Antenne für Freiballone, Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift XVI, Nr. 13.

bietet weiter den Vorzug, daß die Ballonhülle selber vor mechanischen Beschädigungen beim Durchgleiten des Luftleiters geschützt bleibt.

Der Hauptvorteil dieser Konstruktion liegt aber darin, daß das beim Ventilziehen ausströmende Gas mit der Drahtschleife selber nicht in Berührung kommen kann und hierdurch jede Explosionsgefahr durch eventuell auftretende Sprüherscheinungen des Luftleiters ausgeschlossen wird.

Der Gegengewichtsdraht war oben ca. 2 m entfernt vom Ventil *d* angebracht, um nach Möglichkeit aus dem Bereiche des dort austretenden Gases zu kommen und damit ferner die Mitfahrenden von der Gondel aus in der Lage sind, durch gleichmäßiges Ziehen an den Drahtenden ein Zerreißen der Befestigungsstreifen und Herunterrutschen des ganzen Gegengewichtes zu bewirken.

Diese Anordnung soll vor allem dann in Anwendung kommen, wenn stark geladene Wolkenschichten zu passieren sind und um beim Landen zu verhüten, daß unbeabsichtigte Entladungen eintreten, die, wie bekannt, die Ursache der Vernichtung des Zeppelinschiffes bei Echterdingen und des Lenkballons „M. III" im letzten Kaisermanöver waren.

Mit geringer Mühe kann man demnach während der Fahrt das Gegengewicht ebenso wie den herabhängenden Luftdraht einziehen.

Durch Benutzung eines über eine Rolle laufenden dünnen Seiles, welches am oberen Ende der Gegengewichtsschleife befestigt ist, läßt sich der Draht im erforderlichen Falle leicht wieder in die Höhe bringen.

Als Empfänger wurde ein Thermodetektor in Verbindung mit aperiodischem Kreis und Kopftelephon von 1000 Ohm Widerstand verwendet. Durch einen Drehkondensator und Stöpselspule war man in der Lage, Wellen von 300—3000 m aufzunehmen.

Als Gegenstation diente die Poststation Norddeich, die dienstlich in der Zeit von 10·30 bis 11 Uhr täglich für längere Zeit mit einer Wellenlänge von 2000 m den Schiffen in See Zeitungstelegramme gibt und zur Zeit der Versuche ungefähr 310 km von dem Ballon entfernt war.

Zunächst konnte festgestellt werden, daß mit den genannten einfachen Mitteln d e r E m p f a n g a u f d i e s e E n t f e r n u n g ü b e r r a s c h e n d g u t w a r, s o d a ß a u c h b e i 1000 km A b s t a n d n o c h m i t S i c h e r h e i t a u f g r o ß e L a u t s t ä r k e d e r Z e i c h e n z u s c h l i e ß e n i s t.

Ferner wurde untersucht, ob Änderungen der Empfangsintensität in verschiedenen Höhen eintreten, die praktisch für Luftschiffe in Frage kommen. Die Bestimmung der Lautstärke erfolgte in bekannter Weise durch Parallelschaltung von Widerständen zu dem 1000 Ohm Telephon, bis der Strom soweit geschwächt war, daß ganz schwache Zeichen gerade noch wahrnehmbar blieben.

Nachstehende Tabelle gibt die in den erreichten Höhen gemessenen Widerstandswerte:

Höhe in m	Widerstand (Ohm) parallel zum Telephon	Höhe in m	Widerstand (Ohm) parallel zum Telephon
620	5	1750	4,5
1300	5	1800	5
1400	5	1850	4,5
1550	4,5	1900	5
1630	5	1930	4,5
1700	5	2000	5
		2100	5

Wie die Aufstellung zeigt, ist die Empfangsintensität in den für Luftschiffe gebräuchlichen Höhen konstant.

Es würde demnach ein Ballon, der in geringer Höhe empfängt und gezwungen wird, schnell größere Höhen aufzusuchen, den Text mit gleicher Intensität weiter aufnehmen.

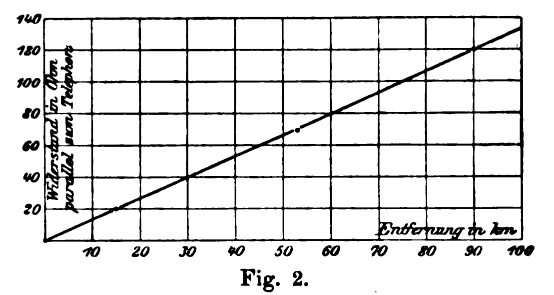


Fig. 2.

Naturgemäß lassen sich abweichende Resultate erwarten, wenn der horizontale Abstand des Ballons von der gebenden Station klein im Verhältnis zu seiner Höhe ist.

Leider läßt sich die interessante Untersuchung der Abnahme der Strahlungsintensität unmittelbar senkrecht über der Sendestation mit dem Freiballon nicht ausführen, da während der Erreichung der verschiedenen Höhelagen der Ballon abtreiben würde.

Derartige Messungen sind nur mit dem Lenkballon auszuführen, der in verschiedenen Höhelagen die Station mit abgestoppten Maschinen überfliegen müßte, damit das Propeller- und Motorgeräusch die Genauigkeit der Messungen nicht beinflußt.

Mit Hilfe der Station Norddeich war es weiter möglich, um 1 Uhr die genaue Zeitübermittelung und kurz darauf in einer Entfernung von ca. 350 km und in einer Höhe von 3400 m das Telegramm der Seewarte über die Wetterlage aufzunehmen.

Ferner wurden mit der in der Nähe des Aufstiegplatzes gelegenen Funkenstation der Technischen Hochschule Empfangsversuche angestellt.

Die Station erhielt per Draht von Berlin aus dringende Telegramme über die Wetterlage, die sie durch Funkspruch weitergab, so daß die Insassen der Gondel dauernd über die Witterung unterrichtet waren.

Gleichzeitig wurde auch in verschiedener Entfernung von der Braunschweiger Station die Intensität der Zeichen wiederum durch Parallelschaltung von Widerstand zum Telephon bestimmt, wie nachstehende Tabelle ergibt:

Entfernung in km	Widerstand in Ohm parallel zum Telephon
15	20
52	70
90	120

Wie Fig. 2 erkennen läßt, nimmt der Parallelwiderstand proportional zur Entfernung zu, die Intensität der Strahlung also proportional zur Entfernung ab.

Die Fahrtrichtung ging von Braunschweig über den Unter-Harz nach dem Kyffhäuser zu.

Das zwischenliegende Gelände war größtenteils leicht hügelig und wenig bewaldet, und im Harz wurden Bodenerhebungen von maximal 480 m überflogen. Der Ballon war hierbei ca. 2000 m hoch, die benutzte Wellenlänge betrug 1100 m. (E.)

(Eingesandt 1. Januar 1912.)

Mitteilungen aus der Praxis.

Der Freiballon als Empfangsstation für drahtlose Telegraphie[1]).

Von **Paul Ludewig.**

Die sich in der letzten Zeit im Freiballonsport häufenden Unglücksfälle haben durch Herrn Geheimrat Assmann, den Direktor des Kgl. Preuß. Aeronautischen Observatoriums zu Lindenberg, zu einer Organisation geführt, die eine große Anzahl von Pilotballonaufstiegen, welche an verschiedenen, über ganz Mitteldeutschland verteilten Orten täglich gemacht werden, in Wetterkarten zusammenfaßt und Warnungen an die Luftschiffervereine weitergibt. Es geht das Bestreben dahin, von

1) Phys. Ztschr. 12, 604, 1911.

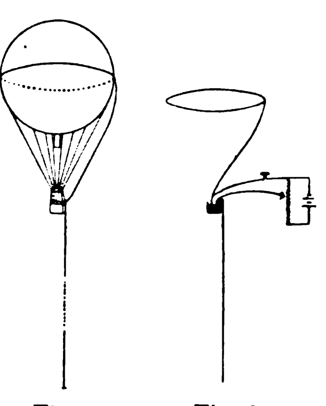
einer in Lindenberg zu errichtenden großen Station für drahtlose Telegraphie direkt mittels elektrischer Wellen an die in Fahrt befindlichen Luftschiffe die Wetteraussichten zu übermitteln.

Über den Bau der drahtlosen Stationen in den lenkbaren Luftschiffen ist nur sehr wenig veröffentlicht, da es sich hier meist um militärische Geheimnisse handelt. Ob Versuche auch mit Freiballons gemacht sind, ist nirgends verzeichnet. Es sei daher vergönnt in Kürze von den Resultaten zu berichten, die der Verfasser im Anfang des Jahres 1911 mit Unterstützung des Frankfurter Vereins für Luftschiffahrt in dieser Richtung gemacht hat. Dabei war beabsichtigt, mit möglichst einfacher und leichter Apparateanordnung die von einer festen Landstation für drahtlose Telegraphie ausgesandten Wellen aufzufangen.

Das Neue des Problems lag in der Anordnung der Antenne, die aus zwei Teilen zu gestalten war, zwischen denen die Empfangsapparate eingeschaltet werden mußten. Als Empfangsapparate selbst standen die in der Praxis seit langem eingeführten Empfänger zur Wahl.

Es wurde folgendermaßen verfahren:

Nachdem der Ballon halb gefüllt war, wurde in Höhe des Äquators rings um den Ballon ein Draht in die Maschen des Netzes verflochten, dessen eines Ende nach dem Hochlassen des Ballons zum Korb geführt wurde. Dieser Drahtteil diente als obere Antennenhälfte. Als untere wurde nach der Abfahrt des Ballons vom Korb aus ein unten beschwerter Draht heruntergelassen. Die Antenne hatte also im gebrauchsfertigen Zustande die Gestalt der Fig. 1.


Fig. 1. Fig. 2.

Da der Zweck der Versuche war, festzustellen, mit wie einfachen Mitteln die Übertragung möglich sei, wurde auch eine sehr einfache Empfangsschaltung gewählt. Als Empfänger diente die Schlömilchzelle, die, um platzraubende Apparatur zu vermeiden, direkt in die Antenne (vgl. Fig. 2) eingeschaltet wurde. Bei dieser Anordnung ist naturgemäß eine genaue Abstimmung nicht möglich. Sie wurde auf die Wellenlänge von 500 m der Gebestation dadurch annähernd erreicht,

daß der vom Korb herabhängende Draht 125 m lang, also gleich $\frac{\lambda}{4}$ gemacht wurde.

Mit dieser relativ primitiven Empfangsanordnung war auch die Frage entschieden, ob man von der Sendestation gedämpfte oder ungedämpfte Wellen geben sollte. Die geringe Abstimmungsfähigkeit der Empfangsstation machte die erste Art notwendig. Es wurden also in der als Sendestation dienenden ca. 30 m hohen T-Antenne des Elektrotechnischen Institutes des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. nach der Braunschen Methode bei starker Koppelung stark gedämpfte Schwingungen erregt.

Bei einer ersten Fahrt am 12. März 1911 mit dem Ballon Tilli II des Frankfurter Vereins für Luftschiffahrt gab die Station zwei Stunden lang Zeichen, die gut verstanden wurden. In dieser Zeit legte der Ballon die Strecke von ca. 50 km zurück und erreichte dabei eine größte Höhe von 600 m über dem Boden. In dieser Höhe schienen die Zeichen ein wenig an Stärke zu verlieren.

Bei einer zweiten Fahrt am 23. März 1911 stiegen 3 Ballons des Frankfurter Vereins je mit einer Empfangsstation ausgerüstet auf. Es hatten die Stationen von Göttingen, Darmstadt, Karlsruhe und Frankfurt ihre Beteiligung zugesagt. Die Stationen Göttingen, Karlsruhe und Darmstadt gaben mit Tonfunken und Stoßerregung, Frankfurt nach der Braunschen Methode mit Knallfunken. Die Zeichen von Frankfurt und Darmstadt wurden gut gehört, was bezüglich der letzteren Station auf gute Abstimmung der Ballonstation schließen läßt.

Göttingen und Karlsruhe blieben unverständlich. Während der Zeit, zu der Göttingen geben sollte, trafen Zeichen mit Knallfunken ein, und zwar wurde ein Text sehr schnell gegeben. Wie sich nachträglich durch Anfrage bei den in der Nähe befindlichen Stationen herausstellte, wurden diese Zeichen von dem zu der Zeit übenden Telegraphenbataillon in Coblenz (die Ballons landeten in der Nähe von Coblenz) gegeben.

Bei beiden Fahrten wurde die bei der Abfahrt der Ballone noch nicht vorliegende Wetterkarte des Tages in kurzem Auszug drahtlos übermittelt.

(Eingesandt 30. Juni 1911.)



Drahtlostelegraphischer Orientierungs- und meteorologischer Beratungsdienst für die Luftschiffahrt.

Wir entnehmen Mitteilungen[1]) von Max Dieckmann folgendes:

Mehrere Unglücksfälle der vergangenen Jahre, die die Luftschiffahrt zu verzeichnen hat, lassen sich ohne weiteres darauf zurückführen, daß die Luftschiffer zu geringe Fühlung mit der Außenwelt besaßen. Mangelnde meteorologische Beratung, namentlich mangelnde Orientierungsmöglichkeit bei unsichtigem Wetter lassen den Führer leicht in eine Lage kommen, in der er, ohne die rechten Grundlagen zu zielbewußtem Vorgehen zu haben, auf gut Glück seine Maßnahmen treffen muß. Ob eine solche Fahrt zu einem glatten oder katastrophalen Abschluß kommt, ist dann lediglich in der Art der äußeren Umstände begründet.

Es ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, daß die drahtlose Telegraphie gestattet, mit relativ einfachen Hilfsmitteln ein Luftfahrzeug in Fühlung mit der Erde zu erhalten.

Die Mitführung einer kompletten drahtlostelegraphischen Station, einschließlich einer Sendeanordnung, ist, wie mehrfache Aufstiege, namentlich mit Lenkballons, erwiesen haben, ohne weiteres möglich. Eine Gefährdung der Fahrzeuge durch das „Funken" ist nicht notwendig, selbst nicht bei einem metallisch starren Zeppelinluftschiff, wie die Versuche von Oberingenieur Kober und mir (im Jahre 1909) und der Telefunkengesellschaft hinreichend erwiesen haben.

Aber es dürfte in den meisten Fällen bei Sport- oder Verkehrsfahrten hinreichend sein, nur einen Empfangsapparat an Bord zu nehmen, der wenig wiegt und keinerlei besondere Vorsichtsmaßregeln bei der Bedienung erfordert. Alle Versuche, die bisher im Ausland und bei uns über die Übermittelung drahtlostelegraphischer Nachrichten vom Boden aus auf Luftfahrzeuge angestellt worden sind, haben so überraschend günstige Ergebnisse gezeitigt, daß es an der Zeit ist, dieses gefahrmindernde Hilfsmittel, das den Empfang von Nachrichten auch bei unsichtigem Wetter gestattet, in geeigneter Weise in den allgemeinen Dienst der Luftschiffahrt zu stellen.

Es liegen, soweit mir bekannt ist, zwei Vorschläge vor, die auf Grund einer allgemeinen Organisation — und nur so sind Vorteile zu erhoffen — einen drahtlosen Dienst für die Luftschiffahrt vorsehen.

---

1) Vgl. Ztschr. für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Heft 14, 15, 23, 1911, sowie „Prometheus" Nr. 1160 S. 241, 1912.

A. Der erste Vorschlag stammt von Lux und ist veröffentlicht in den illustrierten aeronautischen Mitteilungen 1909, S. 995. Lux beantragt an Hand einer beigegebenen Karte ca. 90 kleine automatische radiotelegraphische Stationen über ganz Deutschland möglichst im Anschluß an vorhandene Elektrizitätswerke zu verstreuen. Alle Stationen sollen periodisch mit einheitlicher Wellenlänge ihr Kennsignal senden. Ein Ballon oder Luftschiff würde die ihm nächste Station am kräftigsten empfangen und so einigermaßen orientiert sein.

B. Geheimrat Aßmann schlägt in den illustrierten aeronautischen Mitteilungen 1910 vom 14. Dezember vor, zu Versuchszwecken eine große, einen wesentlichen Teil Deutschlands beherrschende Zentralstation zu errichten, die auf Grund eines besonders zu organisierenden meteorologischen Dienstes die Führer über Witterungsfragen vor und während der Fahrt beraten könnte.

Während also das Projekt A mit seinen sehr zahlreichen Stationen im wesentlichen für Orientierungszwecke gedacht ist, legt B mit vorerst nur einer Station den Hauptwert auf meteorologische Beratung.

Die Kritik eines einzelnen wird kaum entscheiden können, ob der Luftschiffahrt mit der Realisierung des Projektes A oder B der bessere Dienst erwiesen wäre. Soweit mir Äußerungen aus Luftschifferkreisen bekannt geworden sind, scheinen gegen die Durchführbarkeit des Projektes B die größeren Bedenken zu bestehen.

Ich möchte mir im folgenden einen weiteren Vorschlag C erlauben, den man als einen Kompromiß zwischen A und B auffassen kann, insofern als er zu Orientierungszwecken eine kleinere Anzahl von Stationen, als bei dem Luxschen Vorschlag vorsieht, und als zweitens die Möglichkeit meteorologischer Beratung offen bleibt.

C. Im folgenden sind die Charakteristika dieses Vorschlages aufgeführt. Sie alle sollen dazu dienen, dem Luftfahrer den Gebrauch des drahtlosen Dienstes tunlichst angenehm zu machen und bei der kleineren Anzahl von Landstationen hinreichend genaue Orientierungsmöglichkeit zu geben.

a) Die Auswahl der Städte, die, wie bei Lux, mit automatischem Betrieb ausgerüstete Stationen einrichten sollen, muß nach einem Schema getroffen werden, derart, daß die Stationen im Prinzip nach Fig. 1 angeordnet sind. Ein Luftfahrzeug B befindet sich im allgemeinen stets innerhalb eines von vier Stationen gebildeten Karrees.

b) Die Stationen sollen alle ungefähr gleich stark sein. Primärenergie und Antennenleiter müssen so abgeglichen werden, daß diese

Bedingung nahezu erfüllt ist und ein transportabler Standartempfänger in gewisser Entfernung, beispielsweise 30 km von jeder Station, mit leidlich gleicher Stärke anspricht. Unter geringer Komplizierung der Verhältnisse können jedoch auch mehrere Stärketypen zugelassen werden.

c) Jeder Station ist ihre Gebezeit fest vorgeschrieben. Bezeichnet man die Eckstationen eines Karrees mit den Nummern 1, 2, 3 und 4, so hat jede Station alle fünf Minuten eine volle Minute lang ihr Ortssignal zu geben, aber so, daß jeweils stets nur eine der vier Stationen gibt, dagegen sollen, wie das bei Fig. 2 erkennen läßt, alle Stationen mit der gleichen Nummer gleichzeitig geben.

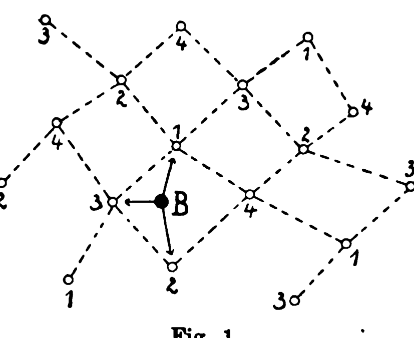


Fig. 1.

Jeder Ballon oder jedes Luftschiff würde also mit Pausen von ca. 15 Sek. abwechselnd die Ortssignale der sie umgebenden Stationen hören.

d) Der Telephonhörer des Empfangsapparates soll mit zwei Rheostaten versehen sein.

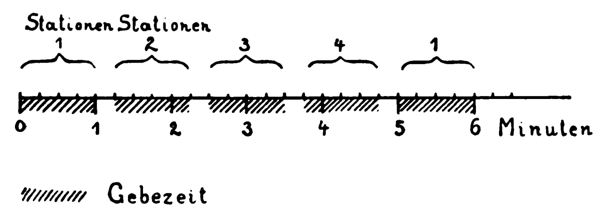


Fig. 2.

W_1 liegt parallel zu dem 1000 ohmigen Telephonhörer und gestattet an einigen Kontaktknöpfen ungefähr die Stellung einzuregulieren, bei der das Signal unhörbar wird (Lautstärkemessung). Ermittelt man auch nur roh von drei Stationen die Nebenschlußstellungen, so sind, gleiche Sendestationen vorausgesetzt, die Entfernungsverhältnisse den Widerstandsverhältnissen proportional und es ist ein guter Anhalt für die Orientierung innerhalb der gegen den Luxschen Vorschlag großen Karrees gegeben.

Ist eine der Stationen des Karrees eine „große Station", so ist

ein für allemal bei der Lautstärkemessung dieser Station ein Widerstand W_2 in Serie zu dem Telephonhörer zu legen, der für die Dauer des Einschaltens den Empfangsapparat in demselben Verhältnis unempfindlicher macht, als die „große Station" stärker gibt. W_2 kann zweckmäßig als variabler Widerstand ausgebildet sein. Wenn dann bei sehr guter Zeichenübertragung (nachts) zu viele Stationen gehört werden sollten, so wird einfach W_2 so weit eingeschaltet, daß nur noch, drei oder vier Stationen deutlich bleiben. An diesen wird dann mit W_1 die Orientierung gewonnen.

e) Neben dem Orientierungssignal kann jede Station alle volle Stunden einmal das letzte Wettertelegramm der ihr nächstgelegenen meteorologischen Station mit einer zweiten Wellenlänge automatisch geben. Alle Stationen mit Nr. 1 bei voller Stunde, mit Nr. 2 beim ersten Viertel, mit Nr. 3 bei „Halb" und mit Nr. 4 bei „Drei Viertel". Während dieses Wettertelegrammes fällt für die betreffende Station das sonstige Ortssignal aus.

Kapazität oder Selbstinduktion des Empfangsapparates braucht nur auf eine mit „Wettermeldung" bezeichnete Stellung geschaltet zu werden, damit der Empfänger auf die hierfür festgesetzte Wellenlänge abgestimmt ist.

Nach Aufzählung dieser Bedingungen, die selbstredend im einzelnen beliebige Abweichungen vertragen, würde sich also als Kern des Vorschlages C ergeben:

Einige geeignet über Deutschland verlegte, im allgemeinen automatisch arbeitende drahtlostelegraphische Stationen geben alle fünf Minuten eine Minute lang mit der „Orientierungswelle", die einheitlich festzusetzen ist, das Ortssignal, alle Stunden einmal mit der „meteorologischen Welle" das letzte Wettertelegramm. Es ist durch Zeitzuordnung dafür zu sorgen, daß die Signale eines Karrees sich nicht überlagern.

Will ein Ballonführer zu beliebiger Zeit orientiert sein, so stellt er seinen Empfänger auf „Orientierung". Er hört dann mit größten Pausen von $1^1/_4$ Minute, im allgemeinen aber nur von $^1/_4$ Minute die Ortssignale der umliegenden Stationen. Im allgemeinen kann er in vier Minuten drei Stationen gehört und so die zur Ortsschätzung nötigen Daten gewonnen haben. Die Gewinnung dieser Daten aus den Sendestärkeverhältnissen empfiehlt sich wegen der Tag und Nacht verschiedenen Übertragungszeiten.

Will der Ballonführer meteorologisch beraten sein, so schaltet er seinen Empfänger auf „Wettermeldung" um. Er ist dann alle

Viertelstunden einmal in der Lage, den diesbezüglichen Text zu empfangen.

Ein derartiger Orientierungs- und Beratungsdienst würde für den Luftschiffer keinerlei Unbequemlichkeiten haben. Hat er kein Bedürfnis, etwas zu erfahren, so ist er durch nichts gezwungen, den Empfänger zu gebrauchen. Kommen ihm aber Zweifel über sein „Wo“ oder die Wetterlage, so ist er je nachdem in längstens fünf Minuten oder einer Viertelstunde beraten. Mehrmalige Orientierungen geben ihm den ungefähren Kurs und können ihn vor einem Abtreiben auf See usw. rechtzeitig warnen.

Die Bedienung eines drahtlostelegraphischen Empfängers ist genau so einfach wie die eines gewöhnlichen Telephonapparates. Wenn nicht mehr als 30 Buchstaben pro Minute gegeben werden, kann auch ein relativ Ungeübter den Morsezeichen folgen.

Die Kosten auf der anderen Seite brauchen nicht allzu hoch zu sein, da eine möglichst geringe Zahl von Stationen lästige Zeichenüberlagerungen verhütet und somit vorteilhaft ist.

Beschreibung eines Orientierungsautomaten.

Während die vorerwähnten Vorschläge bisher ausschließlich theoretischer Natur geblieben sind, habe ich zunächst einen Orientierungsautomaten nach System C hergestellt und probeweise in Betrieb genommen. Es steht außer Zweifel, daß man es auf die verschiedensten Arten wird erreichen können, daß ein drahtlostelegraphischer Sender automatisch alle fünf Minuten eine Minute lang bestimmte Signale gibt. Es stellt also die vorliegende Konstruktion keineswegs die alleinige Lösung des rein synthetischen Problems vor[1]. Der in Gräfelfing aufgestellte Apparat arbeitet aber doch so zufriedenstellend, daß seine Anordnung hier kurz beschrieben werden kann.

Der ganze Orientierungsapparat besteht im wesentlichen aus drei getrennten Teilen:

1. Der drahtlostelegraphischen Sendeanordnung mit Antenne,
2. einer gutgehenden Kontaktuhr,
3. dem eigentlichen Automaten, der, von der Uhr gesteuert, die Sendeanordnung bedient.

1. Auf die Besprechung des Senders kann an dieser Stelle wohl verzichtet werden. Es handelt sich um eine einfache Station nach

1) Die Firma Dr. F. Huth, G. m. b. H., Berlin, hat die Herstellung entsprechender Anordnungen übernommen.



M. Wien mit kontinuierlicher Wellenskala, die maximal 7,0 KW. Primärenergie umzusetzen gestattet und in Verbindung mit einer 42,3 m hohen, dreizehndrähtigen Schirmantenne steht.

2. Als Kontaktuhr wird eine Wiechertsche astronomische Uhr mit Holzpendel und Minutenkontakt verwendet, die, bei äußerster Preiswürdigkeit, durch sehr präzisen Gang ausgezeichnet ist (Bezugsquelle: Spindler & Hoyer in Göttingen).

3. Das Prinzip des Automaten ist im wesentlichen folgendes: Ein kleiner Elektromotor hält eine Walze, auf deren Umfang die den Signalsymbolen entsprechenden Kontakte angebracht sind, in dauernd gleichförmiger Umdrehung. Die auf der Walze schleifenden Kontaktbürsten erhalten aber nur alle fünf Minuten eine Minute lang Strom, da in ihrem Stromkreis ein Radschalter eingebaut ist, der, von der Minutenuhr bedient, zwar jede Minute um einen Schritt vorrückt, aber nur bei jedem fünften Schritt Verbindung herstellt. Die durch die Signalwalze geschlossenen Schwachströme fließen durch ein Starkstromrelais, das nun, gerade wie sonst der Telegraphentaster den Primärkreis der Sendestation im Symbolrhythmus schließt und öffnet. Da für den Fall, daß Anfang und Schluß der Signalminute nicht genau auf das Anfangs- und Schlußzeichen einer Signalgruppe treffen, eine Signalverstümmelung eintreten müßte, so ist eine besondere Nebeneinrichtung angebracht, die dafür sorgt, daß der Signalstromkreis nicht unterbrochen wird, solange eine Signalgruppe nicht beendet ist, und nicht eher geschlossen wird, ehe auf der Signalwalze eine Zeichengruppe gerade beginnt.

Die Automatenanordnung umfaßt also nach dem Vorstehenden:

a) ein Minutenkontaktwerk,
b) eine durch Motor getriebene Signalwalze,
c) einen Zeichengruppenschalter,
d) ein Starkstromrelais und endlich
f) eine Schalttafel, auf der außer a) und c) die Hauptschalter, Sicherungen, Kontrollinstrumente der einzelnen Stromkreise untergebracht sind.

Zum Betrieb aller Schwachstromapparate dient ein 6 Volt-Akkumulator, die Signalwalze wird von einem 110 Volt-Wechselstrommotor getrieben. Im Starkstromrelais wird der Senderstromkreis mit seiner Betriebsspannung von ca. 190 Volt geschlossen.

Die gesamte Schaltanordnung dürfte unschwer aus Fig. 3 zu entnehmen sein. Zum besseren Verständnis des Ganzen wird es aber

dienen, wenn die Nebenapparate, die wenigstens bis zu einem gewissen Grade Neukonstruktionen vorstellen — es sind das die Signalwalze, der Zeichengruppenschalter und das Starkstromrelais —, zuvor kurz einzeln vorgestellt werden. Als Minutenkontaktwerk a) dient ein kleines fertig von der Firma Kleinig & Blasberg bezogenes Schaltwerk.

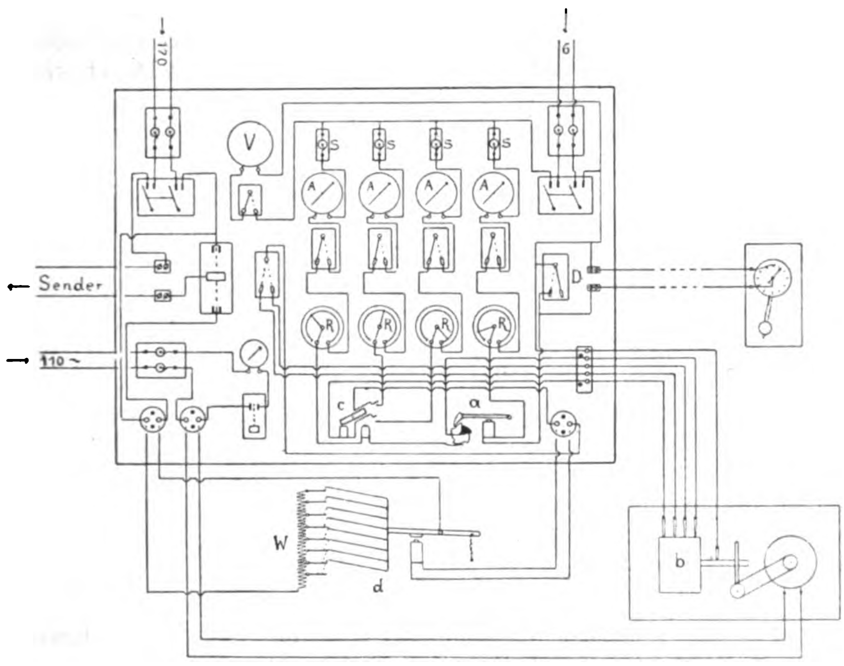


Fig. 3.

b) Die Signalwalze ist in Fig. 4 dargestellt. Auf die auswechselbare Holztrommel *H*, die durch ein Schneckenradgetriebe *S* vom Motor *M* in langsamer Rotation erhalten wird, ist aus Messingblech eine Schablone aufgezogen. Das Schablonenblech steht mit der Achse in leitender Verbindung. Vier Bürsten, I bis IV, nehmen von vier auf dem Umfang angeordneten Kontaktfolgen 1 bis 4 die Stromimpulse ab.

Das eigentliche Ortssignal ist auf der zweiten Kontaktfolge enthalten. Hier wechseln kurze und lange Blechstreifen mit Holzzwischenräumen so ab, daß bei einmaliger Umdrehung der Trommel die Bürste II Ströme schließt in dem Rhythmus:

— — ·   · · — ·   — — ·   · · — ·   — — ·   · · — ·

g   *f*   *g*   *f*   *g*   *f*

Die einzelnen Zeichen bedeuten nach dem Morsealphabet *g f*, die Kennbuchstaben für Gräfelfing.

Die Kontaktfolge 3, die an Stelle von 2 eingeschaltet werden kann, dürfte niemals benutzt werden; nach einem älteren Stand der Sache enthält sie abwechselnd mit dem Ortssignal ein „Gefahrsignal“. Wesentlicher sind die vier Kontakte der Reihen 1 und 4. Sie bedienen den Zeichengruppenschalter. Jedesmal unmittelbar vor Beginn einer Signalgruppe erhält Bürste I einen Moment Kontakt, er wird

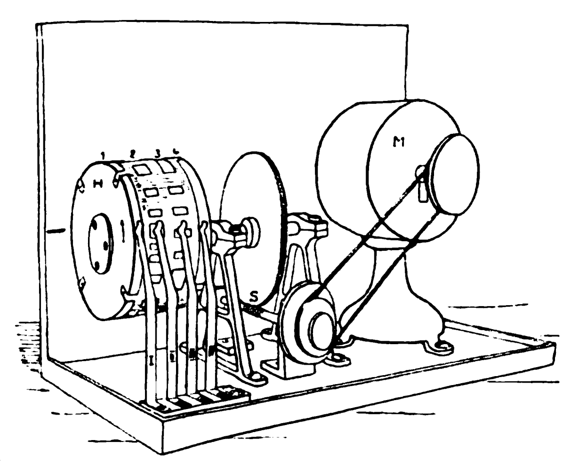


Fig. 4.

deshalb als „Vorholer“ bezeichnet, unmittelbar nach jeder Signalgruppe erfolgt der Kontakt bei IV, er heißt entsprechend „Nachholer“.

c) Durch den Vorholer und Nachholer wird der Signalgruppenschalter, dessen Äußeres in Fig. 5 skizziert ist, bedient. Der eigentliche Schaltvorgang ist so gedacht:

Falls der Minutenschalter gerade Gebeminute hat, empfängt der Vorholer einen Stromstoß. Dieser Stromstoß erst schaltet, wie hier erweiternd ausgeführt werden muß, den Stromkreis für das Ortssignal ein. Wenn die Signalgruppe (— — • • • — •) vorüber ist, schaltet der Nachholer das Ortssignal wieder aus. Für den Fall der Vorholer darauf seinen Kontakt noch unter Strom trifft, wird wieder der Ortsstrom geschlossen und die nächste Signalgruppe wird gegeben usf. Damit keine Signalverstümmelungen eintreten, betätigt also, genauer gesagt, der Minutenkontakt nur den Signalgruppenschalter, erst dieser schließt dann den Stromkreis für die Impulse des Ortssignals.

Entsprechend dieser Aufgabe hat der Signalgruppenschalter zwei Elektromagnetenpaare E_1 und E_2, über denen wie ein Wagebalken der Schalthebel H mit zwei Eisenankern und einem isolierenden Querbalken Q angeordnet ist. Damit der Hebel entweder nach rechts oder nach links gekippt stabil bleibt, ist unten eine Kantenfeder F angebracht, die ihn durch eine Zunge Z in der Horizontalen indifferent resp. labil macht. Bei einem Stromstoß durch den Vorholer wirkt Magnet E_1 und schließt bei K_1 den Kontakt für das Ortssignal. Gleichzeitig wird Kontakt K_2, der im Nachholerstromkreis liegt, geschlossen. Trifft jetzt der Nachholer Strom, so wird Magnet E_2 be-

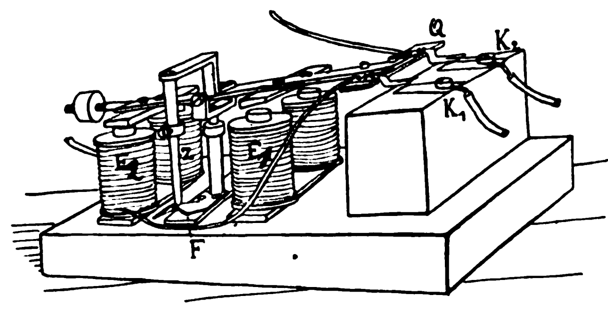


Fig. 5.

tätigt und der Gruppenschalter wieder in die gezeichnete Bereitschaftslage zurückgestellt. Für den Fall die Gebeminute vorüber war, bleiben jetzt die Magneten des Gruppenschalters vier volle Minuten stromlos; so lange bis der Vorholer zum ersten Male bei der neuen Gebeminute wieder einen Stromimpuls nach E_1 schickt.

d) Während der Signalgruppenschalter, nachdem er einmal hergestellt war, keinerlei Schwierigkeiten bei der Inbetriebsetzung des Ganzen machte, mußte an dem an sich prinzipiell einfacheren Starkstromrelais mehrfach verbessert werden, ehe es zur Zufriedenheit arbeitete.

In dem Starkstromrelais, das Fig. 6 wiedergibt, sollen die Schwachstromimpulse des Ortssignals dazu benutzt werden, den Sendestarkstromkreis in entsprechendem Rhythmus zu schließen. Da es sich hier um Stromstärken von ca. 30 bis 40 Amp. bei Spannungen von 190 Volt handelt, herrscht an den Starkstromkontakten Neigung zu Flammenbogenbildung und es tritt neben übermäßiger Erwärmung eine Zerstörung und Verschweißung der Oberflächen auf. Diese Erschei-

nung hat auch schon anderwärts Schwierigkeiten gemacht und ist auf verschiedene Arten umgangen worden. Unsere jetzige Konstruktion arbeitet gleichfalls recht zufriedenstellend, sie läßt sich mit wenigen Worten erklären.

Vorangeschickt sei, daß der Schwachstrom mit den Signalimpulsen durch den Magneten *E* fließt. Der durch eine Feder *F* links nach unten gezogene Rahmen *R* wird bei Stromschluß rechts nach unten gedrückt. Diese Bewegung dient dazu, den Starkstromkreis zu schließen. Ähnlich wie bei einem Motoranlasser wird aber nicht momentan der gesamte Strom geschlossen, sondern es werden in kurzer Zeitfolge

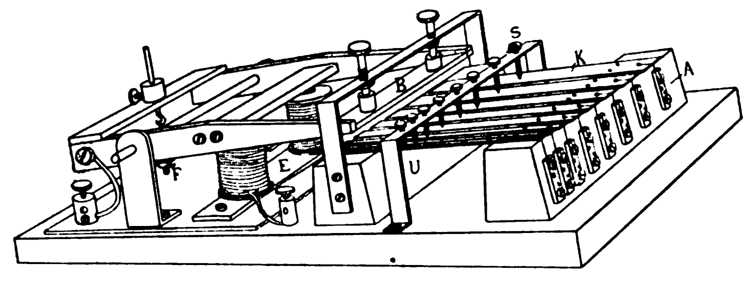


Fig. 6.

nacheinander acht Kontaktfedern niedergedrückt, derart, daß beim Niederdrücken jeder weiteren Feder so viel Widerstand ausgeschaltet wird, daß die Stromstärke des Starkstromes in Stufen von 5 zu 5 Amp. steigt.

Beim Aufheben des Druckes wird rückwärts der Strom in Stufen von 5 zu 5 Amp. geschwächt, so daß an der letzten Feder nur mehr 5 Amp. unterbrochen werden müssen. Es sind acht an Breite entsprechend zunehmende Federn vorgesehen. Der Schalter reicht also aus für Stromstärken über 40 Amp.

Mit den Stellschrauben *S*, die unten isolierte Spitzchen tragen, können die Kontaktfedern *K* entsprechend einjustiert werden. Der breite Messingbalken *B* schlägt dann rasch, aber der Reihe nach, alle Federn an und drückt sie gegen die Unterlage *U*. An den Apparateklemmen *A* liegen die Widerstände.

Das Relais erwärmt sich auch bei vielstündigem Betrieb nicht nennenswert. Die drahtlosen Signale gehen sehr präzis und klar aus.

e) Das Zusammenarbeiten des Ganzen wird sich jetzt aus Fig. 3 leicht verfolgen lassen.

Oben rechts an der Schalttafel liegt die Schwachstromspannung an. Von den zwei links, neben der Einführungssicherung gelegenen horizontalen Schienen gehen dann über Sicherungen *S*, Amperemeter *A*, Hebelschalter und Rheostaten *R* vier Zweigstromkreise aus. Der äußerste Zweig rechts bedient das Minutenschaltwerk *a*. Über der Uhrleitung dient ein Druckkontakt *D* zur willkürlichen Betätigung des Uhrkreises. Der nächste Kreis bedient den Vorholer, dann kommt Orts- oder Gefahrsignal, endlich der Nachholerkreis. Die Signalwalze ist mit *b*, der Zeichengruppenschalter mit *c* bezeichnet.

Oben links sind die Schalter für den Sendestrom angebracht, der im Starkstromrelais *d* von der Schwachstromseite her bedient wird. Die Schaltung der Widerstände *W* an den Relaiskontakten läßt sich erkennen.

Unten links wird der Strom für den Motor der Kontaktwalze zugeführt.

Fig. 7 stellt eine photographische Aufnahme des Schaltbrettes dar. Der große Blechkasten über der Signalwalze ist das Reservoir eines Zentralölers. Da der Apparat über längere Zeit unbeaufsichtigt arbeiten soll, ist reichliche Schmierung vorgesehen.

In der hier beschriebenen Form, bei deren Herstellung ich neben Herrn Gleißner namentlich Herrn Eppen zu großem Dank verpflichtet bin, ist der Apparat seit Frühjahr 1911 in Funktion. Da bei der geringen Zahl der zurzeit im Gebrauch befindlichen Ballonempfänger ein kontinuierlicher Betrieb zwecklos wäre, wird der Automat auf Wunsch (Telephon Planegg Nr. 61 oder Telegramm) in Betrieb gesetzt und, wenn keine anderen Weisungen vorliegen, nach zwölf Stunden abgestellt. Er gibt dann mit Wellenlänge 1140 m und bei gewöhnlich halber Primärenergie — mit einer Reichweite von 200 bis 300 km mit jeder ersten Minute noch voll beginnend alle fünf Minuten eine Minute lang das Ortssignal *g f*.

Um den Empfang des Signals zu ermöglichen, Erfahrungen zu sammeln und die Luftschiffer mit dem Gebrauch funkentelegraphischer Apparate vertraut zu machen, steht ein leichter Empfänger mit Abstandsschätzer der Firma Huth Luftschiffahrtsvereinen bis auf weiteres kostenfrei für einzelne Fahrten zur Verfügung.

Für den Fall auch die Wettertelegramme gegeben werden sollen, muß eine Erweiterung an dem Automaten in der Art angebracht werden, als auch der Stundenkontakt der steuernden Uhr in Funktion tritt. Die Ausführung ist dabei so gedacht, daß das mit Stanzdrucker in Morseschrift auf einen Papierstreifen gebrachte Wettertelegramm um

eine Metallwalze hinreichenden Umfanges gelegt wird. Der Stundenkontakt der Uhr besorgt das Einschalten dieser Kontaktserie und das Umschalten auf die andere Wellenlänge.

Eine einzelne so ausgerüstete Station kann naturgemäß die wesentlichen Vorteile des Vorschlages C in keiner Weise zur Geltung bringen. Immerhin steht zu hoffen, daß so brauchbare Grundlagen für eine spätere Aussprache und Organisation geschaffen werden.

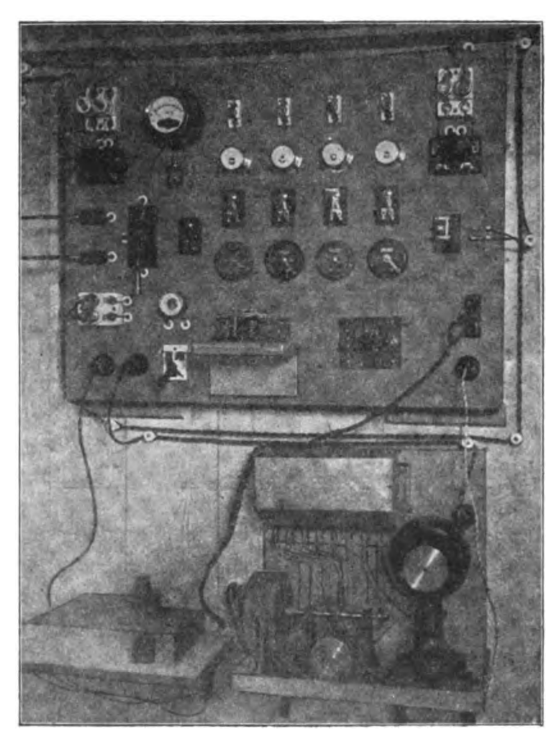


Fig. 7.

Das Prinzip dieser Methode besteht also darin, die Abstandsverhältnisse eines Luftschiffes von zwei oder mehreren periodisch gebenden Landstationen aus dem Verhältnis der jeweils auf dem Luftschiff empfangenen Energiemengen zu ermitteln.

Gelegentlich der 37. Fahrt des Luftschiffes „Schwaben“ am 13. August 1911 von Baden-Oos aus wurde Gelegenheit genommen, eine für diese Zwecke hergestellte Empfangsapparatur zu prüfen. Als

periodische Sender fungierten die Radiostationen Karlsruhe und Metz. Die Versuche fielen positiv aus.

Der Empfänger. Als Luftschiffempfänger diente eine kompendiöse, transportable Anordnung von 3,85 kg Gewicht für Hörempfang, deren Äußeres aus Fig. 8 zu erkennen ist. *A* und *G* bedeuten die Zuleitungen für die Antenne und das Gegengewicht. *C* ist der Reguliergriff einer variabelen Kapazität, *L* und *L'* sind die gegenseitig zwangsläufig zugeordneten Buchsen für die Selbstinduktionsspulen des

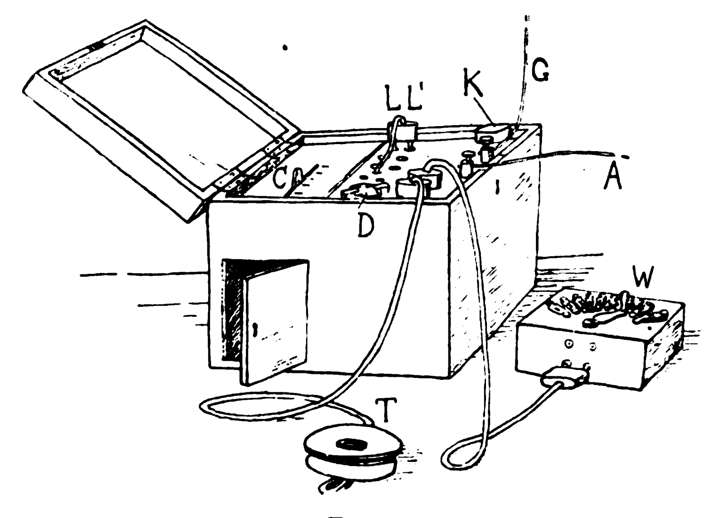


Fig. 8.

Antennen- und aperiodischen Kreises. *K* ist der Griff der verstellbaren Koppelung, *D* bedeutet einen Kontaktdetektor, *T* einen 1000 ohmigen Telephonhörer und *W* einen zu diesem Telephonhörer parallel geschalteten zehnstufigen Widerstand oder Spatiometer. Der Empfänger weist in einzelnen Teilen, speziell der Primärkapazität und primären Selbstinduktionsspulen, konstruktive Besonderheiten auf, bei deren Erprobung ich ebenso wie bei der mechanischen Durchbildung des Apparates durch Herrn F. Eppen bestens unterstützt wurde. An sich ist naturgemäß jeder beliebige zuverlässige Empfängertyp für derartige Zwecke verwendbar. Der vorliegende verbindet nur die Vorteile besonderer Handlichkeit und geringen Gewichtes mit reichlicher Abstimm- und Regulierfähigkeit bei größter Empfindlichkeit.

Antenne und Gegengewicht. Um durch das Aushängenlassen einer vertikalen Antenne die Navigation des Fahrzeuges nicht zu erschweren, wurde versucht, die Antenne möglichst kurz zu halten. Die Versuche ergaben, daß bei der „Schwaben" eine Antenne, bestehend aus einem nur 45 m langen Kupferseil von 3 mm Durchmesser völlig für sicheren Empfang ausreicht. Das Ende des Kupferseils wurde durch ein Gewicht von 1,4 kg belastet. Fig. 9 zeigt die Anschlüsse

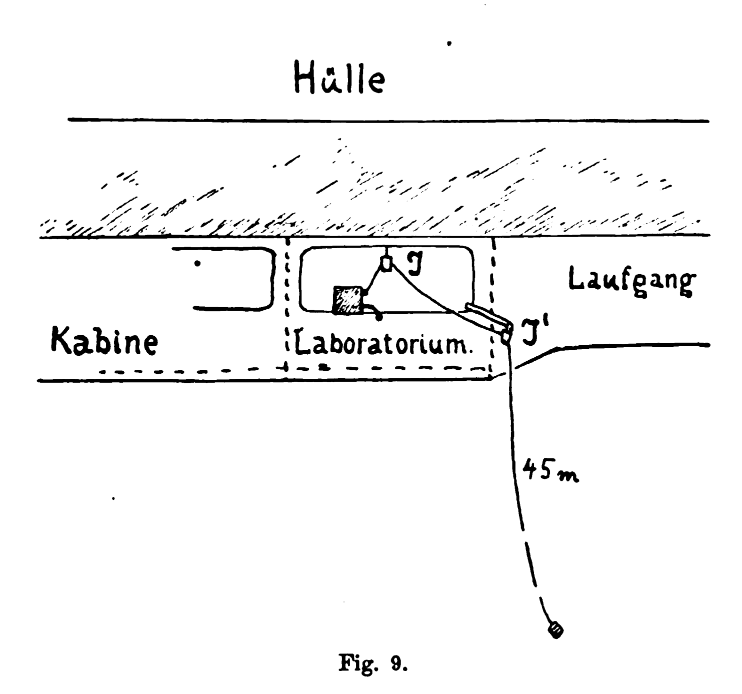


Fig. 9.

zwischen Apparat, Luftschiff und Antenne. Der Apparat war im Laboratoriumsraum neben der Kabine aufgestellt. Zwei Porzellanisolatoren J und J_1 sorgten dafür, daß die Antenne vom Luftschiff frei hing. Als Gegengewicht war direkt das Metallgerippe der „Schwaben" angeschlossen. Fig. 10 läßt das Innere des Laboratoriums erkennen.

Fahrt. Die Fahrt verlief bei heiterem, trockenem, warmem Wetter. Der Aufstieg erfolgte kurz vor 7 Uhr vormittags vom Ooser

Gelände aus, woselbst auch 10 Uhr 30 Min. wieder gelandet wurde. Eine Übersicht über die Erstreckung der Fahrtschleife zwischen dem östlichen Punkte Baden-Baden und dem westlichsten Punkt Zabern in bezug auf die Sendepunkte Metz und Karlsruhe gibt Fig. 11. Im einzelnen sind die überflogenen Ortschaften und die innegehabten Höhen in der beistehenden Tabelle aufgeführt.

Zeit	Höhe	Ort
757	325/75	Baden-Baden
805	300	Steinbach
814	—	Scherzheim
819	—	Offendorf
827	225	Hördt-Weyerheim
834	300	Brumath
839	—	Mommenheim
859	325/50	Zabern
908	300	Steinburg
914	325	Neuweiler
920	—	Buchsweiler
927	300	Obermodern
935	275	Überach
948	250	Hagenau
1005	—	Sesenheim
1030	130	Oos
		Landung

Organisation. Die Sendestationen wurden von Hand bedient, und zwar gab Karlsruhe stets beginnend mit der Minute 0, 15, 30, 45 zwei Minuten lang das Signal s ch w mit einer Wellenlänge von 1200 m; ebenso, aber mit einer Wellenlänge von 1800 m erfolgte das Signal r u h, beginnend mit der Minute 10, 25, 40 und 55. Metz sendete mit einer Wellenlänge von 1500 m die Buchstabenfolge l s f gleichfalls jedesmal zwei Minuten lang, beginnend mit der Minute 5, 20, 35, 50. Das Luftschiff mußte also, unterbrochen von dreiminutlichen Pausen, stets eine der drei Stationen empfangen. Für das Entgegenkommen, die Sendestationen anläßlich dieser Apparaterprobung zu bedienen, ist die Delag den beteiligten Radiostationen zu besonderem Dank verpflichtet.

Ergebnisse. Nach erfolgtem Aufstieg verging zunächst einige Zeit mit dem Ausprobieren der Antennenlänge und dem Abstimmen des Empfängers. Die erste Lautstärkemessung wurde 7 Uhr 10 Min. östlich des Rheines mit der 45 m langen Antenne, die sich auch fernerhin bewährte, vorgenommen. Das Signal wurde unhörbar, wenn man

den Knopf des Spatiometers auf Stellung 4 bis 3 einstellte. Kurz darauf, etwa über dem Rhein, wurde auch bei geänderter Koppelung Metz gehört bis Stellung 7. Von nun ab wurden bei jeder Kontrolle

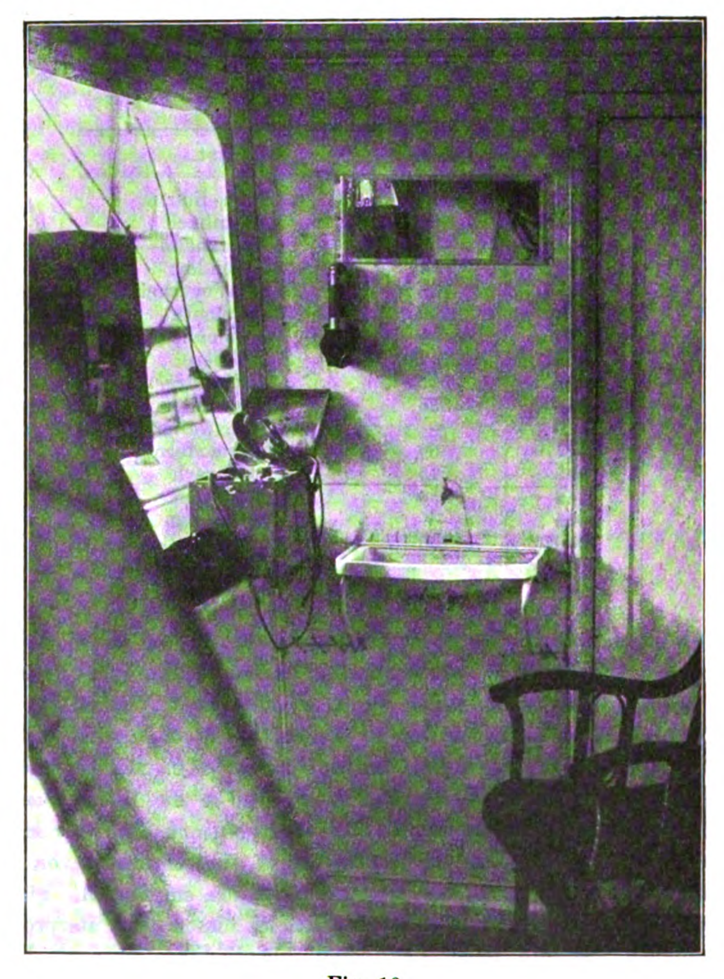


Fig. 10.

die Signale empfangen. Es zeigte sich dabei zunächst deutlich eine Abnahme der Lautstärke von Karlsruhe und eine Zunahme der Lautstärke von Metz. Hinter Zabern (9 Uhr 5 Min.) ergab Metz Stellung 4/5, Karlsruhe (9 Uhr 10 Min.) Stellung 6. (Jede Stellung mit den

Anfangskoppelungen ermittelt.) Bei Karlsruhe wurden die Messungen immer am Signal r u h, nicht an s ch w vorgenommen, da bei der fraglichen Welle offenbar einmal beim Empfangen oder beim Senden Störungen vorgekommen waren. Bei der Rückfahrt ergaben sich dieselben Verhältnisse wie bei der Hinfahrt. In der Rheinebene ergab Karlsruhe deutlich Stellung 3, Metz Stellung 7. Die Messungen konnten recht genau erfolgen, da es ganz bewundernswürdig ist, wie geräuschfrei die „Schwaben"-Kabine, sogar noch gegenüber der früheren „Deutschland"-Kabine ist.

In bezug auf Karlsruhe wurde das Abstandsverhältnis zwischen einem Punkt östlich des Rheines und der Gegend von Zabern festgestellt als 3 : 6. In der Tat entspricht es sehr nahe einem Ent-

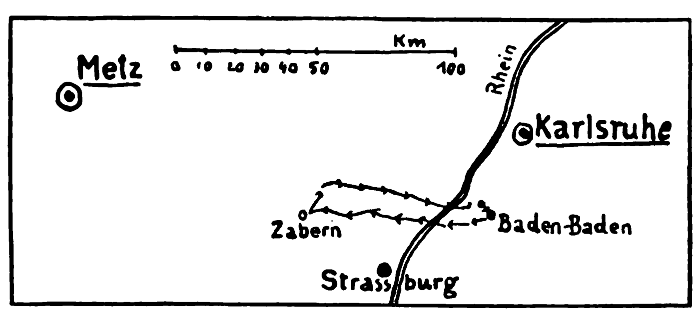


Fig. 11.

fernungsverhältnis von 40 : 80 km. Für Metz bei anderer Koppelung stimmt die Sache gleichfalls leidlich. Das gemessene Abstandsverhältnis für die Stellung der Fahrkurve, die den vorigen sehr benachbart waren, betrug 7 : 4 = 1,75; die Entfernungen stehen im Verhältnis ca. 140 : 95 km = 1,48. Daraus folgt: bei der für Metz verwendeten Koppelung entspricht einem Skalenteil des Spatiometers ca. 20 km, bei der für Karlsruhe verwendeten ca. 13,4 km unter sonst unveränderten Verhältnissen. Innerhalb dieser durch die groben Stufen des Spatiometers gegebenen Empfindlichkeit sind die Messungen also gut ausgefallen. Die Lautstärkeänderungen sind so erheblich, daß einer Unterteilung der Spatiometerstellungen durch drei Zwischenwerte sicher nichts im Wege steht und das würde im gegebenen Falle eine Genauigkeit der Abstandsmessung auf etwa 5 km sicherstellen.

Für den Gebrauch des Spatiometers dürfte also, so lange keine besseren Gesichtspunkte vorliegen, folgende Regeln beachtenswert sein:

1. Bei ungeändertem Empfangssystem (Antennenlänge und Koppelung) entsprechen gleichen Abstandsänderungen gleiche Spatiometeränderungen.
2. Bei verändertem Empfangssystem (festere oder losere Koppelung, längere oder kürzere Antenne, empfindlicherer oder unempfindlicherer Detektor) entsprechen bei *empfindlicherem* Empfangssystem dieselben Spatiometeränderungen *größeren* Abstandsänderungen, bei *unempfindlicherem* Empfangssystem *kleinere* Abstandsänderungen.

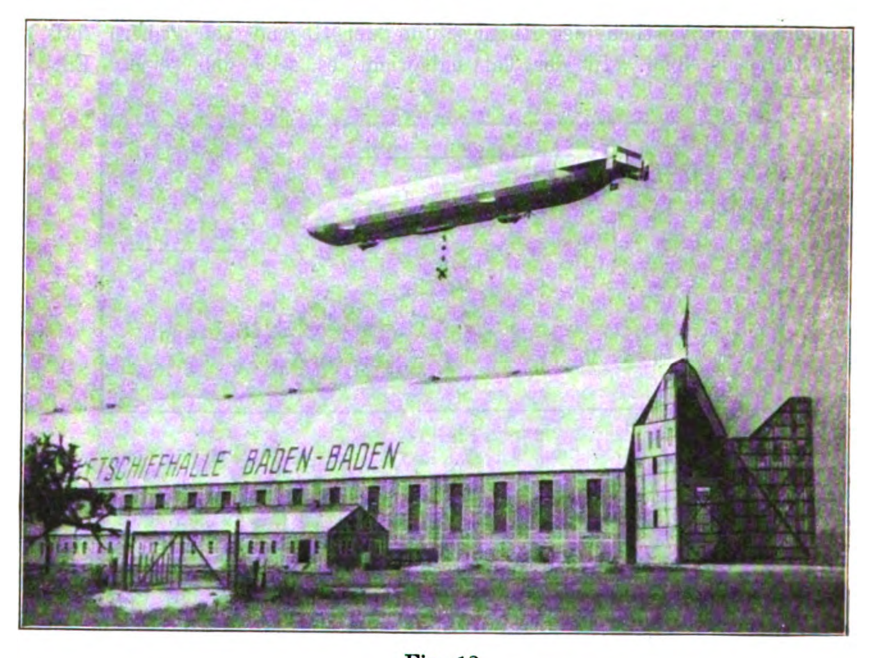


Fig. 12.

Die äußere Lage des Laboratoriums läßt sich aus Fig. 12, die das Zeppelin-Luftschiff „Schwaben“ über der Ooser Halle zeigt, erkennen. Die Kabine ist in eine Erweiterung des Laufganges eingebaut, der sich zwischen der vorderen und hinteren Gondel an der Unterseite des Luftschiffes erstreckt. Das letzte der sieben Fenster in der Fahrrichtung gehört dem Laboratoriumsraum an, ein kleines Zimmer von fast 10 Quadratmeter Bodenfläche, das von der eigentlichen Passagierkabine durch eine Zwischenwand mit Tür abgegrenzt ist. Der sonst

bei Motorluftschiffen so oft getadelte Lärm der Propeller und Motoren, starker Luftzug, Vibrationen und Erschütterungen sind kaum zu spüren. Man kann mittelempfindliche Saiteninstrumente, Galvanometer und Elektrometer ohne weiteres zu den Messungen verwenden, Telephonzeichen sind mit unverdecktem zweiten Ohr gut wahrnehmbar, mit leicht verdecktem Ohr auch bis zu sehr leisen Nuancen zu unterscheiden.

Noch einige Worte über die Luftelektrizität: Es interessieren hier alle Fragen, wie sich ein derartiges Luftschiff verhält bei seiner Fahrt durch das elektrische Erdfeld, bei der Möglichkeit, elektrische Eigenladungen zu erwerben und abzugeben. Die Verhältnisse, die sich hierbei tatsächlich zeigen, sind nicht ganz so einfach wie früher[1]) angenommen wurde. Eine Komplikation kommt scheinbar unter anderem dadurch zustande, daß die Abgase eines Benzinmotors, ähnlich dem ausströmenden Dampf einer Dampfelektrisiermaschine, den Auspuff geladen verlassen und dem Luftschiff das andere Vorzeichen der Ladung geben. Gleichzeitig bewirken die Abgase eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit der Luft. Verfasser hat an anderer Stelle über die bisherigen Meßergebnisse des Potentialgefälles in der Nachbarschaft eines Zeppelin-Luftschiffes berichtet[2]) und es sei deshalb hier nur kurz das Meßprinzip angegeben. Man bringt gut isoliert in der Nähe des Luftschiffes eine „Sonde" an, in diesem Falle eine mit Radium F überzogenes Platinblech, daß das Potential der Raumstelle, an der es sich befindet, schnell annimmt. Die Spannungsdifferenz zwischen diesem „Ausgleicher" und dem Luftschiffgerippe wird mit einem gewehrten Elektrometer gemessen. Die Spannungsdifferenzen, die sich ergeben, sind gar nicht gering; sie betragen für die Sonde unter dem Luftschiff der Größenordnung nach oft über 1000 Volt pro Meter. Eine Gefahrlage ist bei derartigen Gefällen aber noch keineswegs gegeben. Nach oben zu sind die Gefälle meist viel kleiner, so daß man im allgemeinen vor einem Blitz von oben in äußerster Sicherheit ist. Mit einer einfachen Anordnung ähnlicher Art, dem „Gewittermelder", ist man so imstande, etwaige abnorme Feldverteilungen in der Nachbarschaft des Fahrzeuges zu erkennen.

---

1) Dieckmann, Prometheus XIX. Jahrg. S. 785 u. Deutsche Zeitschrift f. Luftschiffahrt 26. I. 1910; ferner Ebert, Die Luftelektrizität, Vorträge auf der Ila 1909.

2) Dieckmann, Ztschr. für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Heft 1, 1911.



Die Zahl der Probleme, bei deren Klarlegung und Lösung ein Luftschifflaboratorium ein außerordentlich günstiges Hilfsmittel vorstellt, ist mit den genannten Beispielen natürlich nicht erschöpft; es dürfte aber auch gerade für wissenschaftliche Fragen der drahtlosen Telegraphie und Luftelektrizität noch weiterhin von hohem Werte werden. E.

(Eingesandt 1. März 1912.)

Luftschiffahrt und drahtlose Telegraphie.

Wir entnehmen der Telefunken-Zeitung Nr. 5, 1912 folgende Mitteilungen [1]):

Telefunken auf der Allgemeinen Luftschiff-Ausstellung (Ala).

Die Notwendigkeit einer Signalverbindung zwischen Luftfahrzeugen und der Erdoberfläche ist in jeder Phase der Entwickelung der Flugzeugtechnik als dringend notwendig erkannt worden.

Es würde zu weit führen, hier die verschiedenen Möglichkeiten aufzuzählen, wo eine schnelle Benachrichtigung aus dem Fahrzeug nach unten wünschenswert oder gar notwendig ist. Der Hinweis auf das oft nötige schnelle Herbeiholen von Hilfsmannschaften oder auf andere eilige Vorbereitungen für die Landung dürfte wohl genügen. Daß

---

1) Es sei auch auf eine übersichtliche Darstellung: „Funkentelegraphie und Luftschiffahrt" von Ober-Postpraktikant H. Thurn in den „Blättern für Post u. Telegraphie" Nr. 22—24, 1912, hingewiesen, wo sich auch folgendes Literaturverzeichnis findet:

Zehnder, Gefahren der Luftelektrizität für die Luftfahrzeuge. In „Elektrotechnische Zeitschrift", Heft 32, 1909.

K. Solff, Luftschiffahrt und drahtlose Telegraphie. In „Elektrotechnische Zeitschrift", Heft 44, 1909.

Dieckmann, Magnetische und elektrische Probleme für die Luftschiffahrt. In der „Deutschen Zeitschrift für Luftschiffahrt" vom 26. Januar 1910.

Ludewig, Luftschiffahrt und drahtlose Telegraphie. In „Umschau", Nr. 2, 1911.

Thurn, Motorluftschiff. Elektrizität und drahtlose Telegraphie. In „Zeitschrift für Post und Telegraphie", Wien, Nr. 4, 1910.

Ferrié, La télégraphie sans fil à bord des dirigeables et les résultats obtenus aux grandes manœuvres. In „La Lumière Electrique", Nr. 43, 1910.

Die Luftschiff-Station nach dem System der „Tönenden Löschfunken". Druckschrift der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie", Berlin 1910.

als Signalmethode ganz allein nur die Funkentelegraphie in Betracht kommt, ist allen Fachleuten von Anfang an klar gewesen. Seit längerer Zeit kann man daher in der Tagespresse oder in einschlägigen Fachzeitungen Mitteilungen finden, daß und in welcher Weise funkentelegraphische Einrichtungen hierzu benutzt worden sind. Besonders in der ausländischen Presse sind solche Nachrichten zahlreich. Der Materie ferner Stehende haben vielleicht aus der Tatsache, daß in der deutschen Presse von solchen Einrichtungen selten berichtet worden ist, den Schluß gezogen, daß hier auf diesem Gebiete weniger gearbeitet wurde als beispielsweise in Frankreich. Dies trifft aber nicht zu. Denn Telefunken hat in aller Stille eine ganze Reihe von Stationseinrichtungen und Spezialapparaten ausgearbeitet, welche lediglich für die Nachrichtenübermittelung aus Luftfahrzeugen und nach Luftfahrzeugen hin bestimmt sind. Diese Einrichtungen werden jetzt zum ersten Male in der „Ala“ ausgestellt.

Die einzelnen Ausstellungsgegenstände sind, kurz beschrieben, folgende:

1. Zwei Empfangsapparatmodelle für Luftfahrzeuge jeglicher Art von sehr geringem Gewicht, sehr einfacher Bedienung und so zusammengebaut, daß empfindliche Teile gegen äußere mechanische Verletzungen, wie sie beispielsweise bei einer nötigen Landung vorkommen, geschützt sind.

Ludewig, Der Freiballon als Empfangsstation für drahtlose Telegraphie. In „Physikalische Zeitschrift“, Nr. 14, 1911.

Dieckmann, Drahtlos-telegraphischer Orientierungs- und meteorologischer Beratungsdienst für die Luftschiffahrt. In „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“, Heft 14 u. 15, 1911.

Dieckmann, Drahtlos-telegraphische Luftschifforientierung. In „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“, Heft 23, 1911.

Mosler, Radiotelegraphische Empfangsversuche im Freiballon. In „Elektrotechnische Zeitschrift“, Heft 48, 1911.

Lubowsky, Drahtlose Telegraphie und Luftschiffahrt. In „Elektrotechnische Zeitschrift“, Heft 50, 1911.

Thurn, Die Verkehrs- und Nachrichtenmittel im Kriege. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1911.

Ludewig, Die drahtlose Telegraphie im Dienste der Luftschiffahrt. In „Deutsche Zeitschrift für Luftschiffahrt“, Nr. 15, 1911.

Dieckmann, Messungen des elektrischen Potentialgefälles in der Nachbarschaft eines Zeppelin-Luftschiffes. In „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“, Heft 1, 1911.

Ferner ist jetzt gerade erschienen:

P. Ludewig, Die Ergebnisse der bisherigen Versuche mit drahtloser Telegraphie zum Luftfahrzeug, Deutsche Luftfahrer-Ztschrift Nr. 9—11, 1912.

2. Eine komplette Sende- und Empfangseinrichtung für Aeroplane, ebenfalls von kleinen Raumabmessungen, großer Einfachheit und Leichtigkeit.

3. Eine komplette Sende- und Empfangsstation für einen Motorballon, welche entsprechend der größeren Tragfähigkeit dieser schwerer ausgeführt ist, dafür aber mit größerer elektrischer Leistung arbeitet und größere Entfernung überbrückt.

4. Eine Einrichtung zur Ortsbestimmung in Luftfahrzeugen, kurz „Telefunkenkompaß"[1]) genannt. Diese auf einem neuen Prinzip be-



Fig. 1.

ruhende Anordnung wird in der Ausstellungshalle täglich im Betriebe vorgeführt. Es wird hiermit eine Ortsbestimmung gezeigt gegen eine feste Richtstation, welche in Gartenfelde bei Spandau zu diesem Zwecke installiert ist. Der Telefunkenkompaß arbeitet unter Benutzung eines normalen einfachen Empfängers, wie er beispielsweise als Ausstellungsobjekt unter Nr. 1 aufgeführt ist. Die Ortsbestimmung erfordert keine

1) Vgl. separate Beschreibung S. 85.

rechnerische oder sonstige komplizierte Tätigkeiten, sondern wird durch eine einfache Stoppuhr, welche vom Luftschiffer bedient wird, vorgenommen.

Zur Ermöglichung der Demonstration der Stoppuhr vor einem größeren Auditorium ist für die Ausstellung ein besonderer Apparat

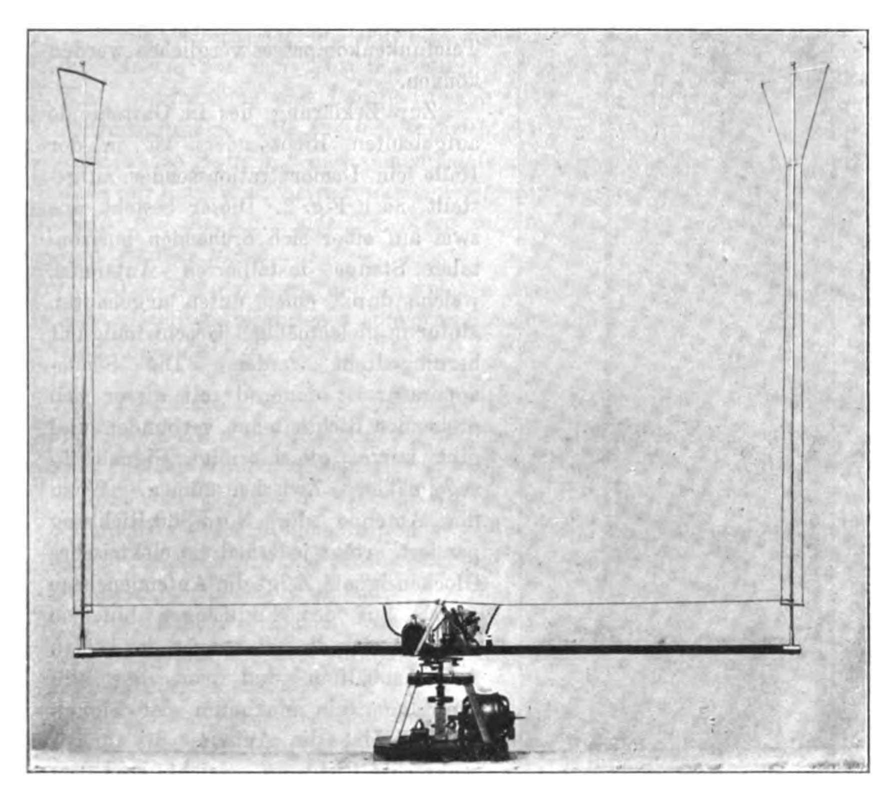


Fig. 2.

hergestellt worden. Die Fig. 1 stellt den vergrößerten Telefunkenkompaß dar. Hinter der Windrose befindet sich ein ständig laufender Elektromotor, mit welchen durch den Druck auf einen Kontaktknopf in jedem Moment der anfänglich stillstehende Zeiger verbunden werden kann. Sobald der Zeiger mit dem Motor gekoppelt ist, beginnt er eine synchrone Drehung mit dem fernen Richtsender. Das Laut- und Leiserwerden der Signale der hierfür in der „Ala" aufgestellten Demonstrations-Empfangsstation ist ebenfalls einem größeren Auditorium

wahrnehmbar gemacht dadurch, daß die Signale nicht wie sonst in der Gondel des Luftschiffes subjektiv mit dem Telephonhörer aufgenommen werden, sondern durch einen Tonverstärker auf das 1000fache verstärkt im Raume wahrnehmbar sind und gleichzeitig mit der Bewegung des Telefunkenkompasses verglichen werden können.

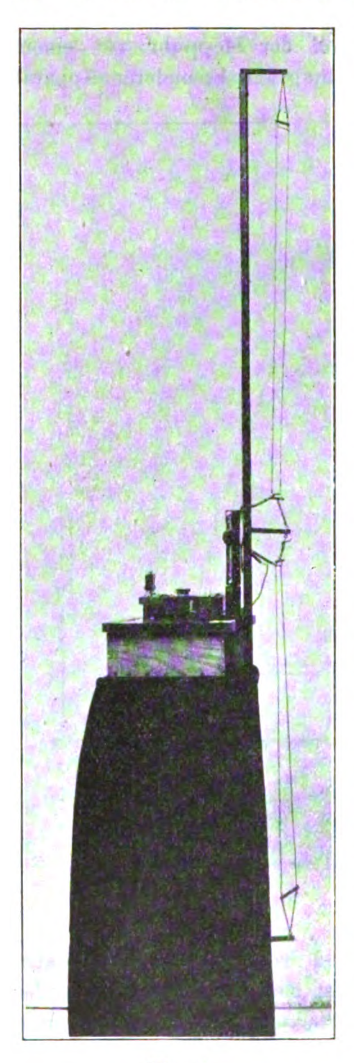


Fig. 3.

Zur Erklärung des in Gartenfelde aufgebauten Richtsenders ist in der Halle ein Demonstrationssender aufgestellt, nach Fig. 2. Dieser besteht aus zwei auf einer sich drehenden horizontalen Stange installierten Antennen, welche durch einen unten angebauten Motor in gleichmäßige Geschwindigkeit herumgedreht werden. Die Sendeapparatur ist dauernd mit dieser sich drehenden Richtantenne verbunden und gibt kurze, gleichförmige Signale in regelmäßigen Zwischenräumen. Wenn die Antenne die Nord-Süd-Richtung passiert, ertönt jedesmal ein elektrisches Glockensignal. Zeigt die Antennenebene gerade auf den Empfänger hin, so addieren sich die Wirkungen der beiden Antennenhälften und man hört im Empfänger ein Maximum der Signalstärke. Hat die Antenne die hierzu senkrechte Richtung erreicht, so heben sich die Wirkungen der beiden Antennenhälften im Empfänger, Fig. 3, auf, und erscheint in diesem das Minimum der Signalstärke. Bei der wirklichen Ausführung in der entfernten Station Gartenfelde werden nicht die Antennen gedreht, sondern die nach Art einer Windrose fest angeordneten Antennen werden nacheinander mit dem Senderapparat durch rotierende Kontakte verbunden. Es wird hierbei die gleiche Wirkung erzielt.

Empfangsapparat für Luftschiff und Ballon System Telefunken.

Allgemeines.

Der seitens der deutschen Reichspost-Verwaltung im Verein mit der Marine auf den Küstenstationen Norddeich für die Nordsee und Kiel, Swinemünde und Danzig für die Ostsee eingerichtete Zeitsignal-, Sturmwarnungs- und Wetter-Nachrichtendienst hat in Luftschiffahrtskreisen das Bedürfnis nach einem einfach zu bedienenden, billigen und auch in Laienhand betriebssicheren Hörempfangsapparat, der in erster Linie für die Aufnahme der oben aufgeführten Signale bestimmt ist, laut werden lassen.

Die Bedingungen, die ein solcher Apparat erfüllen muß, um den hier gestellten technischen und praktischen Anforderungen zu genügen, sind folgende:

1. Leichtes Gewicht, geringer Raumbedarf, einfache Bedienung, billiger Anschaffungspreis, geringe Unterhaltungskosten.
2. Ein Wellenbereich, der sowohl die Gebrauchswelle der Feuerschiffe und Seewarten (kleine Wellen, ca. 300 m) als auch die im Schiffahrtsverkehr allgemein übliche Welle (mittlere Wellen, ca. 600 m), sowie schließlich die Spezialwelle der Großstation Norddeich (große Wellen, ca. 2000 m) umfaßt.
3. Die Möglichkeit, jede der oben angeführten Wellen auch bei der kleinsten praktisch vorkommenden Antenne schnell und mit wenigen Handgriffen einzustellen.
4. Das Vorhandensein einer Prüfeinrichtung, die auch dem Laien gestattet, jederzeit das richtige Funktionieren der Einzelteile des Apparates zu kontrollieren.
5. Schneller und einfacher Ersatz aller der Abnutzung unterworfenen Teile.

Der nach diesem Gesichtspunkt konstruierte einfache Hörempfänger E 33 entspricht in seiner Bauart und inneren Einrichtung allen diesen praktischen Anforderungen. Auch in elektrischer Beziehung (Empfindlichkeit, Abstimmfähigkeit und Dämpfung) genügen seine Leistungen allen Ansprüchen, die man an einen in erster Linie für die Praxis und den Gebrauch in Laienhand bestimmten Apparate stellen kann.

Verwendungsgebiet.

Der Hörempfänger E 33 eignet sich in erster Linie für Fischerei-Fahrzeuge, kleinere Küstendampfer, Yachten, Motor- und Segelboote, bei denen sich die Anlage einer kompletten Sende- und Empfangsstation mit Rücksicht auf die höheren Anschaffungs- und Bedienungskosten nicht lohnt.

Ferner kommt der Apparat in Betracht für See- und Wetterwarten, Lotsenstationen, meteorologische und wissenschaftliche Institute, für die eine sichere Zeitkontrolle zur Uhrenregulierung von Wichtigkeit ist.

Besonders aber an Bord von Freiballons und kleineren Luftschiffen dürfte er infolge seines geringen Gewichtes (3—4 kg) zur Positionsbestimmung und Orientierung über die Wetterlage von Bedeutung werden.

Beschreibung des Apparates.

(Vgl. Fig. 4 u. 5.)

Der Empfänger ist in einem Holzkasten (*k*) (äußere Abmessungen 20 × 20 × 20 cm) eingebaut, der oben mit einer Hartgummiplatte verschlossen ist (Fig. 5). Auf dieser Platte befinden sich:

1. Der Drehkopf (*d*) mit Feststellvorrichtung (*f*) und Zeiger (*z*).
2. Die Gradskala (*g*) nebst dreifarbiger Wellenskala (kleine Wellen — weiß, mittlere — rot, große — gelb).
3. Der Umschalter (*u*) mit dreifarbiger Einteilung wie unter 2.
4. Der Detektor (*i*) mit Einsatzstück.

4a. Reserve-Detektor-Einsatzstück (i_1).

5. Zwei Telephon-Stöpselbuchsen (*t*).
6. Der Drehknopf (*p*) für den Prüfer.
7. Zwei Anschlußklemmen (*n* und *m*) für „Antenne“ und „Erde“.

Im Innern des Holzkastens (*k*) befinden sich die für die Welleneinstellung und Abstimmung erforderlichen elektrischen Teile wie: Variometer, Kondensatoren, Summer, Spulen und Element mit den zugehörigen Verbindungsleitungen.

Die Schaltung.

Durch einfache Einstellung des Wellenumschalters (*u*) und des Zeigers (*z*) auf die durch Farben gekennzeichneten Stellungen („kleine“, „mittlere“ und „große“ Wellen) wird der aus drehbarem Variometer

und festem Kondensator bestehende, im Innern des Holzkastens (*k*) untergebrachte abstimmbare Schwingungskreis des Empfängers auf die der betreffenden Welle entsprechende Eigenschwingung gebracht. Ein Teil der in diesem mit der Antenne verbundenen Schwingungskreise sich ansammelnden Empfangsenergie wird durch einen vom Variometer abgezweigten aperiodischen Kreis dem Detektor (*i*) zugeführt, hier gleichgerichtet und dadurch in dem, in den Detektorkreis eingeschalteten Telephon im Rhythmus der ankommenden Zeichen hörbar gemacht.

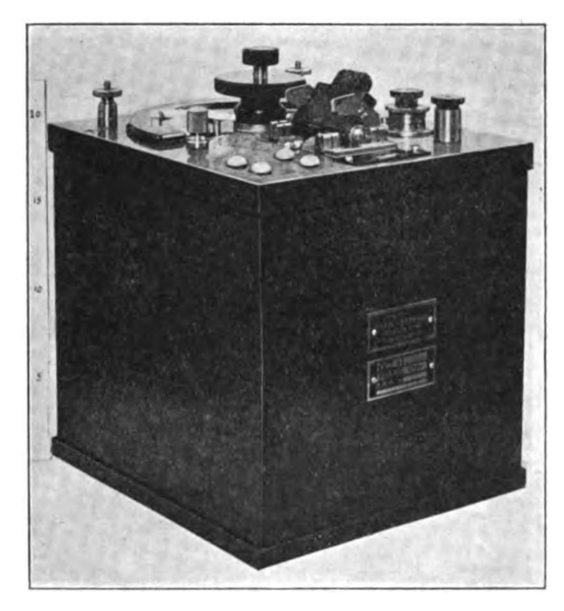


Fig. 4.

Es sei an dieser Stelle noch folgendes bemerkt: Wie wir mehrfach zu erfahren Gelegenheit hatten werden seit einiger Zeit von den verschiedensten Firmen vereinfachte Empfangsapparate in den Handel gebracht, welche besonders für die praktischen Betriebsverhältnisse geeignet sein sollen, wie sie auf Fischereibooten usw.[1]) vorhanden sind. Bei diesen Apparaten, welche recht billig sind, werden, um die Fabrikationskosten möglichst herunterzudrücken, elektrische Variations-Elemente, sogenannte „Schiebespulen" angewendet, d. s. Selbstinduktionsspulen mit einem oder mehreren Schiebekontakten. Diese Konstruk-

1) Auch für Zeitsignal-Einrichtungen.

tionen muß man wohl vom Gesichtspunkte der Betriebssicherheit als technisch minderwertig bezeichnen. Es ist schon das Prinzip, eine variable Selbstinduktion als Abstimmelement zu benutzen, keineswegs glücklich. Die Rechnung und die Erfahrungen zeigen, daß wegen der stets vorhandenen Verschiedenheiten der Empfangs-Antennen diese Selbstinduktionen sehr viel größer gemacht werden müssen, als es bei Voraussetzung einer „Normal-Antenne“ nötig wäre. Eine konstante „Normal-Antenne“ kann aber wegen der großen Verschiedenheit der

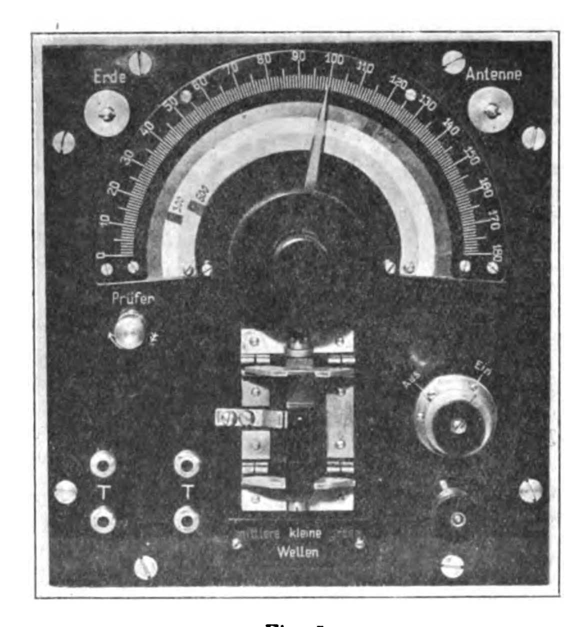


Fig. 5.

Dimensionen Masthöhen und Abstände der Gebäude, auf denen sie in der Regel angebracht wird, nicht durchgeführt werden. Die zu große Selbstinduktion der Schiebespule bringt neue erheblich elektrische Verluste (mitschwingende Enden) in den Empfänger und verringert demnach die Lautstärke. Ferner sind jedem Elektrotechniker, der Erfahrungen in Schiffsinstallationen hat, die Nachteile bekannt, die eine Verwendung von Kontaktverbindungen in Apparaten, welche für die Zwecke der Seeschiffahrt bestimmt sind, mit sich bringt.

Selbst die besten Materialien, Silber, Platin für die Kontakte von Schiebespulen benutzt, bleiben infolge der großen Feuchtigkeit auf

Schiffen auf die Dauer nicht einwandfrei. Es treten vielmehr durch Zersetzung erhebliche Verlustwiderstände (bis zu mehreren Ohm) nach kurzer Betriebszeit auf. Der Gesamtwiderstand einer gut isolierten Schiffs- und Dachantenne beträgt normal etwa 4 Ohm (z. B. beim Empfang der Station Norddeich). Ein Kontaktwiderstand von 1—2 Ohm in der Schiebespule, der leicht eintritt, bewirkt daher eine Erhöhung des Widerstandes und damit der Dämpfung von ca. 50 $^0/_0$. Auf den Schiebespulen sitzen ferner die Drahtwindungen sehr dicht aneinander. Beim Eintritt der Feuchtigkeit zwischen die Windungen entsteht daher eine weitere große Verlustdämpfung. Das Material des Wickelungskörpers mag das beste Isolationsmaterial wie Hartgummi oder Glas sein, die Verlustwiderstände treten trotzdem in Dielektrikum zwischen den dichten Drahtwickelungen auf.

Ein weiterer Übelstand der Schiebespulen, wenn sie für größere Wellenbereiche benutzt werden, ist die unregelmäßige Teilung der Skala. Am Anfange der Skala bedeutet 1 mm Kontaktverschiebung eine prozentual hundertfach größere Wellenveränderung als am Ende. Alle Versuche, durch Spezialbewickelung die Spule mit variablen Windungsabstand auszuführen beseitigen diesen Fehler nie ganz, bringen dagegen neue Fehler in die Anordnung. Schiebespulenempfänger können daher bei dem heutigen Stande der Technik nicht mehr als modernen Ansprüchen genügende Apparate betrachtet werden. Telefunken hat diese Anordnungen bereits 1905 verlassen und ist, wo variable Selbstinduktion als Abstimmelemente benutzt werden, wie z. B. bei E. 33, zu Variometerkonstruktionen übergegangen. Hierdurch erhöht sich zwar der Preis, aber auch die Gebrauchsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Empfängers.

Luftschiff-Antennen.

Die Einführung funkentelegraphischer Stationen an Bord von Luftschiffen, und zwar hauptsächlich von Lenkballons ist erst in den allerletzten Jahren erfolgt. Vorher begnügte man sich mit der Ausrüstung solcher Luftfahrzeuge mit einer Empfangseinrichtung, scheute sich aber, eine Sendeeinrichtung an Bord zu nehmen. In erster Linie war es die Explosions- und Feuersgefahr, welche zu dieser Zurückhaltung führte. Aber gerade die Abgabe von Nachrichten von Bord des Fahrzeuges nach der Erde hin war diejenige Aufgabe, welche für die Luftschiffahrt großen Nutzen bringen mußte, während umgekehrt die Nachrichtengebung nach dem Ballon eine relativ geringe praktische Bedeutung hat. Die Feuersgefahr war einerseits bedingt durch die

Funkenbildungen an der Sendeapparatur und andererseits durch die großen Energiemengen und hohen elektrischen Spannungen, welche in den Senderantennen vorhanden sind. Die erstere Gefahr ist namentlich bei den neuen tönenden Löschfunkensendern verringert, weil diese mit luftdicht abgeschlossenen Funkenstrecken arbeiten. Aber auch Verbesserungen in den Antennenanordnungen haben eine fast gefahrlose Benutzung ermöglicht.

Die Antenneninstallation richtet sich natürlich nach den konstruktiven Einzelheiten der Luftfahrzeuge. Bei Lenkballons wird in der



Fig. 6.

Regel ein Luftdraht aus der Gondel herabgelassen und die Metallteile der Gondel selber bilden das Gegengewicht hierfür (D. R. P. Nr. 148001).

Enthält die Gondel nicht genügend Metallteile und daher ungenügende Kapazität, oder ist die Gefahr einer Gasentzündung durch zu große Nähe der Hochspannung leitenden Teile am Ballonkörper vorhanden, so wird als Antenne eine Art Lechersches System nach Dr. Beggerow angewandt (D. R. P. Nr. 225204), wie dies die Fig. 6 zeigt. Hier sind aus der hinteren Gondel zwei parallele Luftdrähte herabgelassen, von denen der eine kürzer ist als der andere. Der kürzere Draht bildet mit einem Teile des längeren zusammen eine Art Lechersches System und der überragende Teil des längeren die eigentliche strahlende Antenne. In diesem Falle sind die gefährlichen Span-

nungen und alle elektrische Hochfrequenzenergie führende Leitungen nicht nur von dem eigentlichen Ballonkörper weit entfernt, sondern sogar frei hängend unter der Gondel.

Bei Aeroplanen wird meistens ein 50—100 m langer Luftdraht abgelassen und von der Flugmaschine durch den Raum gezogen, wobei er eine fast horizontale Stellung einnimmt. Es bestehen natürlich erhebliche Schwierigkeiten, diesen Draht so anzubringen, daß er einerseits die Fluggeschwindigkeit durch Luftreibung wenig beeinträchtigt, andererseits bei den Kurven kein schädliches Kippmoment verursacht und schließlich bei einer plötzlichen Landung den Flieger nicht allzusehr gefährdet. Bei der Flugmaschine werden ebenfalls die Metallteile der Maschinerie und des Traggestelles als elektrisches Gegengewicht wie beim Lenkballon benutzt.

Bei Freiballons wird der Luftdraht 100 oder mehrere hundert Meter aus der Gondel senkrecht herabgelassen und als Gegengewicht der Ballonkörper mit einem leitenden Netze umgeben. Dieses dürfte auch einen gewissen Schutz gegen statische Ladungen und damit bei der Landung gegen die sehr gefürchteten Gasentzündungen gewähren. Die Luftdrahtlänge kann hier erheblich größer gewählt werden, als beim Motorballon oder dem Aeroplan, und es sind daher mit relativ kleinen Sendeenergien große Reichweiten zu erzielen. Diese Antennenanordnung nach Meyenburg ist durch das D. R. P. Nr. 232257 geschützt.

Luftschiffstation nach dem System „Telefunken".

Den Raumverhältnissen in den Gondeln der Luftschiffe Rechnung tragend, sind die radiotelegraphischen Apparate der Luftschiffstation in einem Holzschrank, der durch eine Vertikalwand in eine offene vordere und eine geschlossene hintere Hälfte abgeteilt ist, untergebracht. In der vorderen offenen Hälfte befinden sich alle von Hand zu bedienenden Einzelapparate des Senders und Empfängers, während in der hinteren geschlossenen Hälfte diejenigen Teile des Senders, wie Selbstinduktionen, Kapazität eingebaut sind, die keiner Wartung und Beobachtung bedürfen.

Auf dem Schrank ist auf 4 Porzellanisolatoren eine Haspel, auf der ein Luftdraht von ca. 200 m Phosphorbronzelitze aufgewickelt ist, mit stark isolierter Kurbel, Sperrklinke, Bremse, Zählerwerk und Laufrad aufmontiert. Fig. 7.

An der rechten Außenseite befinden sich die Klemmanschlüsse für die Stromquelle und die Stationsbeleuchtung.

Die äußeren Abmessungen des Schrankes sind: Breite ca. 660 cm, Tiefe ca. 330 cm, Höhe ca. 760 cm, so daß die Station einen Platz von ca. 1350 cm Höhe beansprucht.

Als Antenne dient die auf die Haspel aufgewickelte Bronzelitze von ca. 3 mm Durchmesser, die vermittels der isolierten Handkurbel der gewählten Wellenlänge entsprechend abgekurbelt und durch passend angeordnete isolierte Laufräder über den Bord der Gondel freischwebend herabgelassen wird. Ein Zählwerk gibt die abgekurbelte Drahtlänge in Metern an.

Ein Luftdrahtumschalter, der im Schrank angebracht ist, bewirkt in der Senderstellung ein Blockieren der Empfangsapparate und in der Empfangsstellung dasselbe für die Stromquelle, so daß durch unbeabsichtigtes Niederdrücken der Taste beim Empfang die empfindlichen Teile des Empfängers nicht gefährdet werden.

Das Gegengewicht wird von den Metallteilen der Gondel usw. gebildet.

Als Stromquelle kommt eine Wechselstromdynamo mit angebauter Erregermaschine zur Verwendung, deren Leistung bei zirka 3000 Touren pro Minute und einer Periodenzahl von ca. 500 pro Sekunde, ca. 500 Watt beträgt. Der Antrieb erfolgt durch den Motor des Luftschiffes je nach Unterbringung des Aggregats in der Gondel durch Ketten- oder Riemenübertragung oder durch ein Vorgelege mit lösbarer Koppelung.

Ein Voltmeter, sowie Spannungs- und Tourenregulatoren und Sicherungen sind im Schrank untergebracht.

Der Sender besteht aus: Transformator, Löschfunkenstrecke, Erregerkapazität und -Selbstinduktion, Luftdrahtverlängerungsspule, Amperemeter, Taste und Umschaltvorrichtung für drei verschiedene Wellenlängen. Kapazität, Selbstinduktion und Verlängerungsspule befinden sich in der hinteren verschlossenen Hälfte des Schrankes, die übrigen Teile sind in übersichtlicher und leicht zugänglicher Weise in der vorderen Hälfte angeordnet.

Der Sender-Erregerkreis läßt sich auf mehrere Wellen, die im Bereiche von 300—1200 m liegen, abstimmen. Für die verschiedenen Wellen werden entsprechende Luftdrahtspulen, die Anschlußstöpsel für bestimmte Wellenlängen haben, in die Antenne eingeschaltet. Die genaue Abstimmung wird dadurch erzielt, daß man den Antennendraht mehr oder weniger herabläßt. Der Antennendraht wird durch Marken (d. h. durch verschiedene Farben, die mit den Anschlüssen der Erreger-

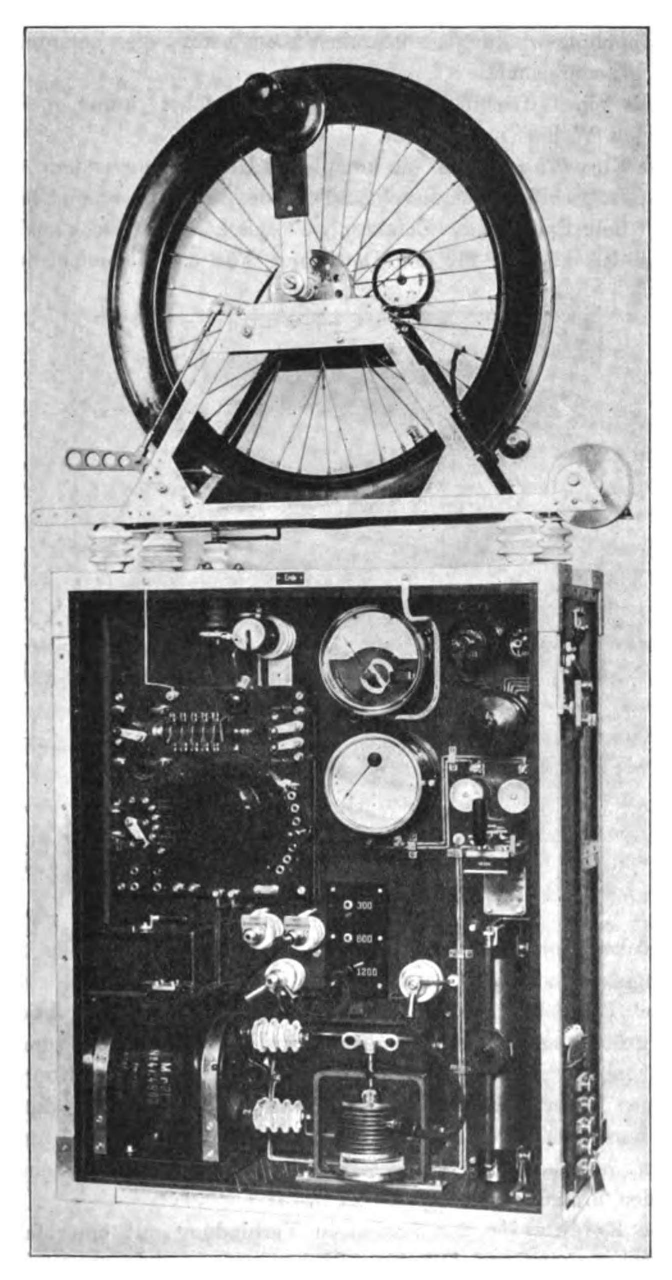


Fig. 7.

und Koppelungswindungen übereinstimmen) für die entsprechenden Wellen gekennzeichnet.

Falls ein Luftschiff in geringerer Höhe fährt, kommen also nur die kleinen Wellen in Betracht.

Als Empfänger dient ein komplettes Hörempfangssystem, Spezialtype für Luftschiffe. Die einzelnen Teile des Empfängers sind folgende: variable Selbstinduktion, Detektor, Telephon nebst Blockkondensator und eine Blockierung für den Detektor. Für das Telephon sind zwei



Fig. 8.

Stöpsellöcher vorgesehen. Alle diese Teile sind gleichfalls in dem oben angegebenen Apparateschrank enthalten.

Der Empfänger, Fig. 8, erhält die gesamte Selbstinduktion, die zur Vergrößerung der Antennen-Eigenschwingung nötig ist, zum gleichzeitigen galvanischen Koppeln des Detektors. Die Detektor-Koppelungswindungen lassen sich durch verschiedenes Stöpseln ändern, die Anzahl der Antennenverlängerungswindungen sind für alle Wellen ungefähr dieselben, so daß nur die Detektor-Koppelungswindungen eingestellt zu werden brauchen.

Die Reichweite der Station in Verbindung mit einer fahrbaren Militärstation kann auf 100 bis 200 km angenommen werden.

Das Gewicht der kompletten Station beträgt:

Apparateschrank mit Luftdrahthaspel	ca. 70 kg
Wechselstromdynamo mit Erregermaschine	55 „
Summa	ca. 125 kg

Auch für Flugzeuge sind von Telefunken den besonderen Verhältnissen angepaßte Radiostationen ausgebildet worden. E.

(Eingesandt 27. April 1912.)

Telefunken-Kompass.[1]

Seitdem man es erreicht hatte, die sogenannte „gerichtete" Radiotelegraphie auszubilden, d. h. die elektrischen Wellen in eine bestimmte Richtung (wenigstens innerhalb eines gewissen Winkels) zu entsenden bzw. aus einer gewissen Richtung zu empfangen, konnte auch ein äußerst schwieriges Problem gelöst werden, das darin besteht, für Schiffe, Lenk- und Freiballons u. dgl. ihre augenblickliche Stellung oder ihren Kurs bei unsichtigem Wetter festzustellen. Man fand eine Reihe von Lösungen, die indessen bisher nie so befriedigten, daß sie zu einer erheblichen praktischen Anwendung führten. Die Aufgabe, etwas genauer präzisiert, besteht darin, die relative Lage einer beweglichen drahtlosen Station zu einer oder zu mehreren festen Stationen durch irgendeine Messung aufzufinden. Zwei prinzipiell verschiedene Wege erschienen von vornherein gangbar. Der eine besteht darin, daß die bewegliche Station, die sich orientieren will, nach den festen Stationen hin Signale sendet und die festen Stationen rückmelden, aus welcher Richtung sie diese Signale aufgenommen haben. Es wird also die eigentliche Ortsbestimmung hierbei in den festen Stationen ausgeführt und das Resultat auf drahtlosem Wege der beweglichen Station mitgeteilt. Das zweite Verfahren besteht darin, daß die festen Stationen Signale geben und die beweglichen feststellen, aus welcher Richtung die Signale bei ihr ankommen.

Bei beiden Verfahren ist es selbstverständlich notwendig, daß die eine der Stationen, also entweder die feste oder die bewegliche, die elektrischen Fernwirkungen nicht nach allen Seiten gleichmäßig abgeben bzw. aufnehmen, sondern mit gerichteter Telegraphie arbeiten.

1) Nach einem Bericht „Telefunken-Kompaß" der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Berlin.

Eine Richtungsgebung wird bekanntlich durch besondere, nicht symmetrisch angeordnete Antennen ermöglicht, welche einseitig wirken. Solche Antennen sind wesentlich komplizierter als ungerichtete symmetrische und beanspruchen eine größere Installationsfläche bzw. einen größeren Installationsraum. Dieser ist aber bei beweglichen Stationen, auf Schiffen oder in Lenk- und Freiballons selten vorhanden. Solche Antennen bilden in jedem Falle eine höchst unvollkommene Komplikation, die nicht ohne störenden Einfluß auf die Betriebsverhältnisse des Schiffes oder des Ballons bleibt. Es folgt hieraus, daß Aussicht für erhebliche praktische Anwendung nur eine Methode haben kann, welche bei der beweglichen Station auf die Anbringung gerichteter Antennen verzichtet.

Trotz dieser Sachlage ist, wenn auch vereinzelt, bei der französischen Handelsflotte eine Anordnung eingeführt worden, welche mit gerichteten Antennen an Bord der Schiffe arbeitet, und zwar mit zwei Doppelantennen, deren Ebenen im Winkel von 90° gekreuzt sind. Es ist dies die Anordnung[1]) von Bellini-Tosi, bei welcher der Empfangsapparat mit der eben beschriebenen Antenne unter Zwischenschaltung eines sog. „Radiogoniometers“[2]) verbunden ist. Die Orientierung der Schiffe erfolgt dann in der Weise, daß sie beim Vorbeifahren an den Küstenstationen durch Drehung des Radiogoniometers feststellen, aus welcher Richtung die Signale der festen Station am stärksten oder am schwächsten eintreffen. Mit Hilfe der Karte, auf welcher die festen Stationen eingezeichnet sind, läßt sich auf diese Weise eine Ortsbestimmung der Empfangsstation ausführen. Der Nachteil dieser Anordnung besteht einmal darin, daß die Schiffsstationen unbequeme und komplizierte Antennen, und unnormale Empfangsapparate einführen müssen und andererseits, daß eine individuelle verschiedene Eichung dieser „Kompaßeinrichtung“ bei jedem einzelnen Schiff ausgeführt werden muß. In Rücksicht nämlich auf die geringen Breitenmaße der Schiffe, die nur kleine Antennengebilde zulassen, sind für das Bellini-Tosi-Verfahren sehr kurze Wellenlängen notwendig. Kurze Wellen haben aber bekanntlich die Eigenschaft, von leitenden Flächen leicht reflektiert und damit aus ihrer ursprünglichen Richtung gebracht zu werden. Ein großes Schiff mit seinen gewaltigen Metallmassen besitzt stets zahlreiche Möglichkeiten der Reflexion und die so hervorgerufenen

1) Diese Anordnung scheint jetzt auch von Marconi angenommen worden zu sein unter der Bezeichnung: „Drahtlose Bussole“.

2) Vgl. Jahrb. 1, 598, 1908; 2, 382, 511, 608, 1909; 3, 571, 1910.

Abweichungen müssen durch individuelle Eichung (ähnlich wie beim Magnetkompaß) beseitigt werden.

Wesentlich einfacher und zweckmäßiger erscheint demnach für die praktische Einführung das andere Verfahren, wonach feste Stationen gerichtete Signale senden und der bewegliche Empfänger mit einer ungerichteten Antenne ausgerüstet, die Richtung feststellt, aus welcher die Signale kommen. Die eben angeführten Überlegungen hat vor zwei bis drei Jahren bereits das Preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten angestellt und hat dementsprechend ein Verfahren ausgearbeit. Monatelange Versuche wurden in der Nähe Berlins am Müggelsee angestellt und hierbei an zwei festen Punkten Sender mit gerichteten Antennen errichtet, welche aus sehr vielen einzelnen Drähten bestanden. Die Senderantenne bestand beispielsweise aus 32 niedrigen Masten, welche auf den Umfang eines Kreises von etwa 200 m Durchmesser in gleichen Abständen aufgestellt waren. Von je zwei gegenüberliegenden Masten wurden die Zuleitungen zu dem in der Mitte des Kreises befindlichen Apparatenraum geführt. Die Senderapparate wurden nun zeitlich nacheinander mit jedem dieser Antennenpaare verbunden und von jedem Antennenpaar aus ein anderer Buchstabe oder ein anderes Signal abgegeben. Befand sich ein gewöhnlicher Hörempfänger mit ungerichteter Antenne in der Ebene des Mastpaares, mit welchem in dem betreffenden Augenblick gearbeitet wurde, so erhielt dieser Empfänger die Maximalenergie. Das Mastenpaar arbeitet nämlich mit einer solchen Wellenlänge, daß die Wirkung, welche von dem vorderen und von dem hinteren Maste mit entgegengesetzter elektrischer Phase ausgeht, sich in dieser Ebene addiert. (Die halbe Wellenlänge war annähernd gleich dem Mastabstand gewählt worden.) Befindet sich dagegen der Empfänger genau senkrecht zu der Ebene des benutzten Mastenpaares, so treffen gleichzeitig die beiden von den Masten ausgehenden und in entgegengesetzter Phase schwingenden elektrischen Senderwirkungen auf den Empfänger und heben sich auf. Die Anordnung wurde so gewählt, daß mit jedem Antennenpaar und damit bei jeder Raumstellung ein anderer Buchstabe abgegeben wurde. Der Empfänger mußte nun im Telephon feststellen, welcher Buchstabe am leisesten oder am lautesten ankam. Auf einer Karte werden die Orte des Senders eingezeichnet, ferner die einzelnen Antennenpaare und die verschiedenen Buchstaben der einzelnen Antennenpaare. Sind zwei solcher Sender in bestimmten Abständen vorhanden, so kann der Empfänger die beiden zugehörigen Richtungen feststellen und diese dann auf der Karte so einzeichnen, daß der

Schnittpunkt dieser Linie seine augenblickliche Stellung angibt. Bei diesem Verfahren war der Telegraphist genötigt, einerseits die Lautstärke verschiedener Signale sich zu merken, andererseits aber auch den zugehörigen Buchstaben. Je mehr Antennen benutzt wurden, um so genauer konnte zwar die Richtung festgelegt werden, um so zahlreichere Signale mußte aber der Telegraphist auseinander halten.

Von diesen Versuchen ausgehend, hat Telefunken eine neue Methode ausgearbeitet. Die Tätigkeit des Telegraphisten ist hierbei erheblich erleichtert. Die Sendereinrichtung ist im großen und ganzen beibehalten, nur wird der eben beschriebenen gerichteten Senderantenne noch eine zweite ungerichtete hinzugefügt. Stets vor Beginn der Arbeit des gerichteten Senders wird der Senderapparat an die ungerichtete Antenne geschaltet und es wird mit dieser ein kurzes Signal, das im folgenden als „Zeitsignal“ bezeichnet werden soll, abgegeben. Alsdann wird durch eine automatische Schaltvorrichtung der Sender mit den einzelnen gerichteten Antennenpaaren verbunden und gibt in zeitlich regelmäßigen Abständen mit jeder der gerichteten Einzelantennen ein kurzes Zeichen. Dieses Zeichen ist für alle gerichteten Antennen das gleiche. Die gerichteten Signale beginnen stets mit einer bestimmten Antenne, z. B. der Nord-Südantenne und gehen dann im Sinne des Uhrzeigers mit konstanter Geschwindigkeit der Stoppuhr.

Der normale Empfänger der sich orientierenden Station erhält einen neuen Zusatzapparat in Gestalt einer mit der Drehgeschwindigkeit des Senders synchronen Anzeigevorrichtung. Diese ist als „Stoppuhr“ ausgeführt, welche nicht in Grade geteilt ist, sondern in Himmelsrichtungen wie eine Windrose. Der Anfangspunkt der Stoppuhr ist mit derjenigen Himmelsrichtung bezeichnet, mit welcher der gerichtete Sender seine Drehbewegung anfängt, also in unserem Falle beispielsweise mit der Nord-Südrichtung. Der Telegraphist hört das Zeitsignal des Senders, drückt auf die Stoppuhr, so daß der Zeiger seine Bewegung anfängt. In diesem Moment gehen vom Sender gerichtete Signale in der Nord-Südrichtung aus und die Zeigerdrehung der Stoppuhr beginnt. Hört der Telegraphist das Minimum der Lautstärke, so arretiert er die Stoppuhr. Ihr Zeiger steht dann auf derjenigen Richtung, in welcher der Sender das mit minimaler Lautstärke angekommene Signal abgab.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Senders bzw. der Stoppuhr beträgt eine halbe Minute, so daß beispielsweise in fünf Minuten zehn vollkommene Drehungen und demnach zehn vollkommene Messungen der Lautstärke ausgeführt werden. Der Mittelwert hat dann eine er-

heblich größere Genauigkeit als bei einer einzigen Messung. Die Sendereinrichtungen erhalten automatischen Antrieb, besonderes Bedienungspersonal ist daher unnötig. Die Tätigkeit des Telegraphisten an der Empfangsstation ist auf die Feststellung des Minimums der Lautstärke und auf das Ingangsetzen und Arretieren einer Stoppuhr beschränkt.

Ist nur ein fester Sender vorhanden, so läßt sich nur ungefähr die Richtung des beweglichen Empfängers zu diesem festlegen und es muß, wenn eine eindeutige Ortsbestimmung erzielt werden soll, noch eine Abstandsbestimmung von der festen Station hinzugefügt werden. Bei Schiffen auf See ist dies beispielsweise durch Lotungen o. dgl. möglich.

Sind zwei feste Stationen vorhanden, so werden vom Empfänger zwei Richtungsbestimmungen ausgeführt, diese auf der Karte eingetragen und der Ort des Empfängers als Schnittpunkt der beiden Richtungen gefunden. Die Genauigkeit wird um so größer sein, je kleiner die Entfernung des Empfängers von der oder den festen Stationen ist und je mehr der beobachtete Richtungswinkel sich 90° nähert.

Nach den bisherigen Ergebnissen scheint es möglich zu sein, für einen festen Sender den Winkel bis auf 3 oder 4° genau zu bestimmen.

Die neuen von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie für Richtungsbestimmungen ausgearbeiteten Apparate bestehen aus speziellen Sendeeinrichtungen mit besonderen Antennen. Dazu kommen besonders geeichte Stoppuhren für den sonst normalen Hörempfänger. Die ganze Einrichtung wird als „Telefunken-Kompaß“ bezeichnet. Die Figuren 1 und 2 zeigten das Modell der Senderantenne und die zugehörige Form der Stoppuhr.

Die praktische Einführung dieser Methode für die Deutsche Luftschiffahrt würde sich etwa folgendermaßen gestalten:

Man würde z. B. an der politischen Grenze Deutschlands eine Kette von festen Stationen mit je 50—100 km Abstand errichten, so daß die größte Entfernung für die Stationen an Bord der Luftschiffe von diesen Stationen beim Überfliegen der Kette höchstens 50 km betragen würde. Hierdurch würden die Insassen der Luftfahrzeuge nicht allein die Tatsache der Grenzüberschreitung in ihrem Empfangsapparat beobachten, sondern eine genaue Feststellung ihres augenblicklichen Standpunktes sehr leicht bewerkstelligen können. Eine ähnliche Kette von Stationen, ebenfalls mit 100 km Abstand an der Nordküste Deutschlands installiert, würde die Luftschiffer vor der Gefahr eines unbeabsichtigten Überfliegens der See schützen.

Die Figur 1 zeigt einen Hauptteil der inneren Einrichtung einer

solchen Senderstation, nämlich die automatische Umschaltung auf die einzelnen Richtantennen. Man sieht eine vertikale Achse aus Isolations-

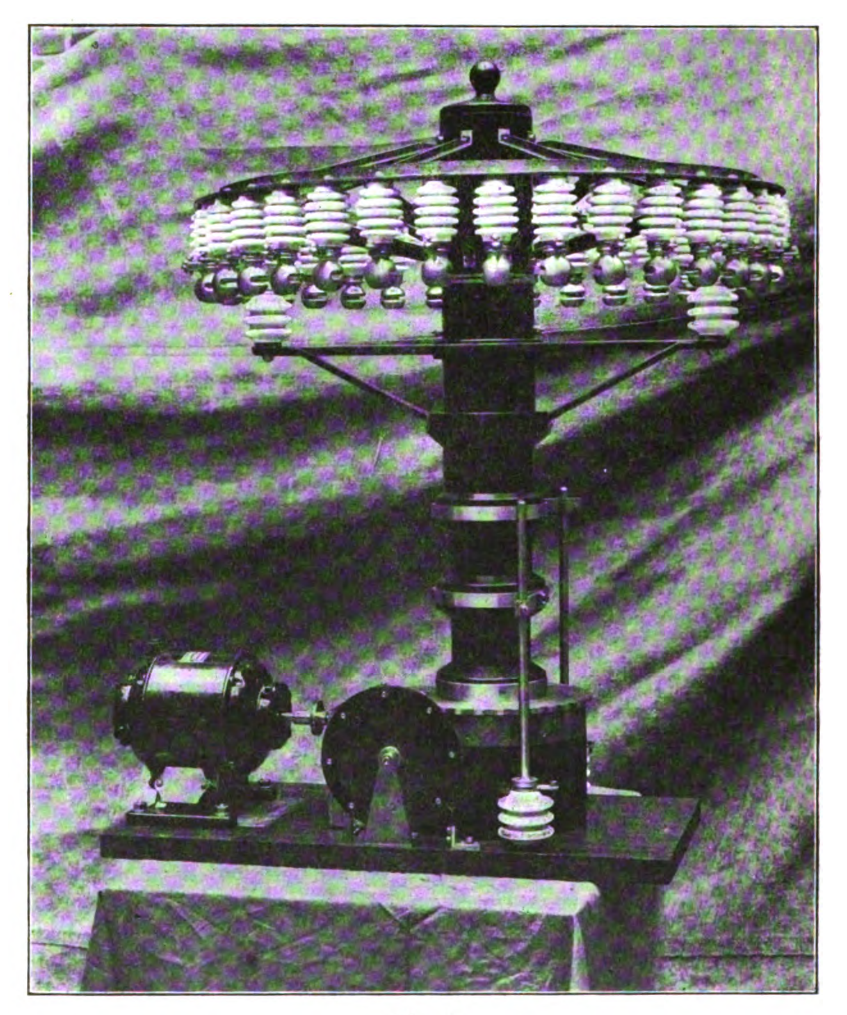


Fig. 1.

material, an deren oberem Ende kreisförmig eine Reihe von Anschlußpunkten auf Isolatoren installiert sind. Mit diesen sind die einzelnen Richtantennen elektrisch verbunden. Zwei durch den unten sichtbaren

Motor in langsamer Rotation erhaltene Kontakte verbinden in regelmäßigen Zeitintervallen die auf der Figur nicht sichtbare Sendeapparatur mit den 32 verschiedenen Antennen zeitlich nacheinander. Durch das Getriebe zwischen Motor und Schaltapparat wird nach jeder halben

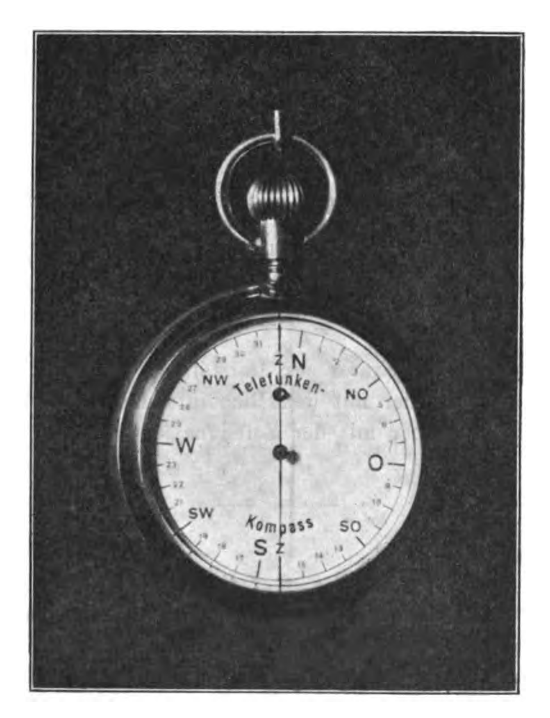


Fig. 2.

Umdrehung die Sendeapparatur an die nicht gerichtete Zeitantenne einen Augenblick lang angeschlossen.

Eine weitere von Telefunken herrührende Verbesserung, nämlich eine neue Antennenanordnung für Richtsender ist in Figur 3 dargestellt. Von einem einzigen neutralen Mast, Schornstein o. dgl., wird in der Mitte eine Schirmantenne in der üblichen Weise getragen, welche zur Abgabe der Zeitsignale dient. Unter dieser, und zwar durch Isolatoren von den Schirmdrähten getrennt, sind die Drähte der Richtantennen installiert, welche außen an niedrigen Masten oder Pfählen verankert sind. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß ein einziger Mast beide Antennen trägt. Die Skizze oben links

auf der Figur 3 zeigt schematisch die Orientierung eines Schiffes, nach zwei Richtstationen an der Küste; oben rechts ist schematisch die

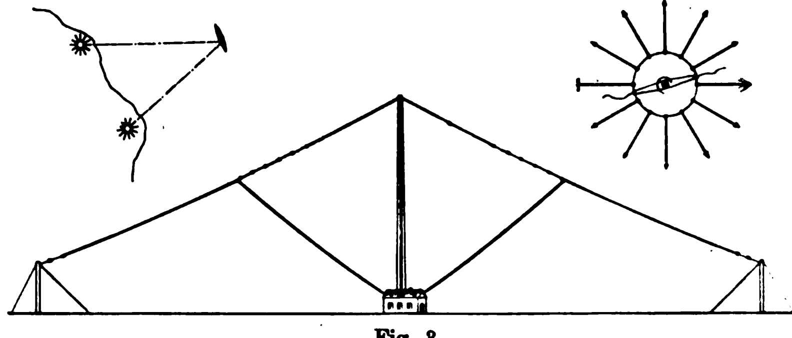


Fig. 3.

Wirkung des Kontaktapparates zur Darstellung gebracht, welcher den Sendeapparat nacheinander mit den Richtantennen verbindet, bei einer bestimmten Stellung aber mit der Zeitsignalantenne. E.

(Eingesandt 28. Mai 1912.)

Unser verdienstvoller Mitarbeiter Graf von Arco hat der deutschen Telefunkengesellschaft wiederum eine Neuerung beschert[1]).

Es handelt sich um eine Hochfrequenzmaschine zur direkten Erzeugung elektrischer Wellen für drahtlose Telegraphie und Telephonie, welche sich nicht wesentlich von einer gewöhnlichen Wechselstrommaschine unterscheidet. Trotzdem ist es mit einer derartigen einfachen Maschine ohne weiteres möglich, beliebige Energiemengen mit Frequenzen von 15000—120000 m und somit die für größere drahtlose Stationen erforderlichen Wellenlängen von 20000 m bis herunter zu 2500 m zu erzeugen.

Angeregt wurde Graf Arco zu seinen Arbeiten auf diesem Gebiet durch die vor $1^1/_2$ Jahren aufsehenerregende Erfindung der Goldschmidt-Hochfrequenzmaschine, die von dem Erfinder und seinem Finanzkonsortium bekanntlich auch dem deutschen Kaiser und dem Prinzen Heinrich vorgeführt wurde.

1) Aus Patentrücksichten können ausführliche Beschreibungen erst in 2—3 Monaten gemacht werden.

Die Verhandlungen des Erfinders mit der Telefunkengesellschaft scheiterten damals teils an der Höhe der Forderungen, teils weil Graf Arco nach erfolgter Prüfung die angewendete Methode als ungeeignet für den praktischen Radiotelegraphiebetrieb erklärte und auf einen anderen einfacheren Weg hingewiesen hatte (vgl. Jahrbuch 5. 603. 1912).

Nach fast achtzehnmonatlicher unermüdlicher Tätigkeit des Grafen Arco und seiner Mitarbeiter ist es nun endlich gelungen, eine Maschine herzustellen, welche sich von allen bisher erfundenen Hochfrequenzmaschinen dadurch unterscheidet, daß sie einfach und billig in der Fabrikation ist, mit normaler Tourenzahl läuft und beliebig hohe Frequenzen erzeugen kann.

Die ersten Maschinen sind von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft gebaut und bereits von mehreren deutschen Behörden im Betrieb besichtigt worden.

Eine weitere im Bau befindliche Maschine für 500 KW Leistung ist für die Großstation Nauen bestimmt.

Graf Arco hat auch schon im Juni dem Internationalen Kongreß für Funkentelegraphie in London seine Erfindung vorgeführt. E.

(Eingesandt 5. Juni 1912.)

Der Wettkampf der Funkenspruchsysteme. Unter diesem Titel wurden kürzlich in deutschen Zeitungen Mitteilungen verbreitet, die die Auffassung aufkommen lassen, als geschehe von deutscher Seite bzw. dem Reichspostamt nichts, um mit den jüngsten energischen Anstrengungen der Marconi Company in Cooperation mit der englischen Regierung Schritt zu halten. Demgegenüber können wir mitteilen, daß beispielsweise die deutsche Regierung soeben der Deutschen Telefunkengesellschaft und der deutsch-niederländischen Telegraphen-Gesellschaft gemeinschaftlich Konzession zum Bau und Betrieb von vier großen Südsee-Küstenstationen erteilt hat. Die nach dem neuen Telefunken-System „tönende Löschfunken“ konstruierten Anlagen sind jetzt mit einem Eisenturm von 120 m Höhe und mit einer Kraftanlage von minimal 120 PS. ausgerüstet. Zweck der Stationen ist, die bisher ohne jede telegraphische Verbindung befindlichen Südseekolonien Yap-Rabaul (Neu-Guinea), Apia (Samoa), Nauru miteinander zu verbinden und an das auf der Insel jetzt landende deutsch-

niederländische Kabel anzuschließen. Zur Ausübung des Betriebes wird eine Aktien-Gesellschaft gegründet. Bereits im Juli dieses Jahres gehen Telefunkeningenieure mit den erforderlichen Maschinen und Apparaten nach Yap-Rabaul hinaus und man hofft den Betrieb der ersten beiden Stationen bereits am 1. April 1913 eröffnen zu können. Die mittels des Funkentelegraphen zu überbrückenden Entfernungen sind folgende: Yap—Neu-Guinea 2200 km, Yap—Nauru 3400 km, Neu-Guinea—Samoa 4000 km, Neu-Guinea—Nauru 1700 km, Nauru—Samoa 2700 km.

Die „Frankfurter Zeitung" berichtet ferner unter der Rubrik „Technisches aus den Kolonien"[1]):

Bei den Verhandlungen der Technischen Kommission des Kolonial-Wirtschaftlichen Komitees, die vor kurzem in Berlin stattgefunden haben, wurden verschiedentlich Berichte erstattet über Fortschritte auf technisch-wirtschaftlichem Gebiet und die Versuche zur Einführung neuer Verkehrsmittel in den Kolonien. U. a. machte der Direktor der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Graf v. Arco, folgende Mitteilungen über drahtlose Telegraphie mit und in den Kolonien:

Für die Versuche, einen drahtlosen Verkehr nach den Kolonien herzustellen, ist in Togo eine Empfangsstation mit großer Antenne errichtet und die Versuchsstation der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Nauen sehr erheblich vergrößert und verstärkt worden. Die Versuche hatten Anfang d. J. begonnen und waren in vollem Gange. Bei den Vorversuchen war es bereits gelungen, Teile der von Nauen gegebenen Nachrichten bei der provisorischen Empfangsstation in Togo aufzunehmen, da erfolgte am 30. März 12 Uhr mittags, das Unglück des Turmeinsturzes. Hierdurch sind die vielversprechenden Versuche auf Monate unterbrochen worden, bis ein neuer Turm den umgestürzten ersetzt hat. Ein so hohes Bauwerk, wie dieser 200 m Turm, bei dem außerdem auch noch auf besondere elektrische Anforderungen Rücksicht genommen werden muß, ist und bleibt stets

---

1) Wir verweisen auch auf einen Artikel in „The Engineer" 3. Mai 1912 „Wireless Telegraphy in the German Colonies", sowie in der „Elektrotechnischen Zeitschrift" Heft 23, S. 598, 1912, „Drahtlose Telegraphie mit und in den deutschen Schutzgebieten"; ferner auf einen Aufsatz in „Marine-Rundschau", Juli 1912, von Ober-Postpraktikant H. Thurn: „Die funkentelegraphische Verbindung Deutschlands mit seinen Kolonien".

nicht ungefährlich. Das ist die Meinung der ersten Statiker. Übrigens sind ähnliche Unfälle im vorigen Jahre bei der großen Empfangsstation in Togo mehrfach eingetreten. Seitdem aber die dortigen Konstruktionen erheblich verstärkt sind, halten die Türme gut.

Die Einführung der drahtlosen Telegraphie in den Kolonien ist in erfreulicher Weise fortgeschritten. — An der afrikanischen Westküste sind im Auftrage der Reichspost folgende Küstenstationen fertiggestellt worden:

In Kamerun die Station Duala, mit dem Hauptzweck, den Verkehr mit den vorbeifahrenden Schiffen auf große Entfernungen herzustellen. Die Station besitzt eine eigene Gleichstrom-Zentrale mit einem langsam laufenden Petroleummotor von 40 PS. Die Schirmantenne wird von einem 100 m hohen eisernen Gittermast getragen. Die zugeführte Hochfrequenzenergie beträgt 7,5 KW. Die atmosphärischen Störungen an dieser Stelle sind etwa ebenso stark wie in Togo. Die Telegramme von Duala werden in der nur 1000 km entfernten großen Empfangsstation in Togo klar und stark aufgenommen. — In Südwesten sind zwei etwas kleinere Küstenstationen im Auftrag der Reichspostverwaltung fertiggestellt worden, nämlich eine südlichere in Lüderitzbucht und eine nördliche in Swakopmund. Beide Stationen erhalten ihre elektrische Energie aus dem Stadtnetz. Ihre Sendeapparate sind etwas kleiner und liefern der Antenne eine Hochfrequenzenergie von 5 KW. Dementsprechend haben auch beide Schirmantennen eine geringere Höhe, nämlich nur 85 m. Die Entfernung der beiden Stationen voneinander beträgt 450 km. Beide Stationen haben als Küstenstationen die Aufgabe, den Verkehr mit den vorbeifahrenden Schiffen herzustellen, andererseits sollen sie bei Tag und Nacht auch einen gegenseitigen Verkehr ermöglichen. Swakopmund ist ganz fertiggestellt, in Lüderitzbucht steht die Erprobung als Sendestation noch aus. In Swakopmund können zeitweise, unter günstigen Verhältnissen bei Nacht, sogar die Signale von der 3000 km entfernten Station Duala aufgenommen werden. Als Küstenstation nach einem Schiffe hin konnte Swakopmund bisher nur einmal erprobt werden. Es gelang dabei, bei Nacht bis auf 3800 km dem Dampfer „Prinz Regent" der Deutschen Ost-Afrika-Linie Telegramme zu übermitteln.

In Ostafrika stehen, wie bekannt, seit Jahr und Tag die beiden Stationen am Victoria-Nyansa, nämlich Muansa am südlichen und Bukoba am westlichen Ufer, in ständigem guten Verkehr. Muansa hat 5 KW. im Luftdraht, Bukoba nur $2^1/_2$ KW. Die Telegramme der Station Muansa können bei Tage in Daressalam von Schiffen auf-

genommen werden, obgleich die 810 km große Entfernung über bergiges Land führt.

Hinsichtlich der Ziele der deutschen drahtlosen Telegraphie in Belgisch-Kongo sei noch folgendes hervorgehoben:

Für Deutschland eröffnet sich zunächst die Aussicht auf eine drahtlose Telegraphie von Ostafrika nach Kamerun, das jetzt ja direkt an den Kongo grenzt, mit Benutzung der belgischen Luftlinie. Die beiden nach dem Tanganjika-See zu gelegenen Stationen Lowa und Kindu (am Lualaba) sind nach dem deutschen Telefunkensystem eingerichtet, so daß es leicht möglich ist, sich mit Deutsch-Ostafrika hinsichtlich der Wellenlänge, der Auswechselung von Ersatzteilen usw. zu verständigen. Aber mehr noch: Die Station Kongolo ist durch Draht mit Uvira an der Nordspitze des Tanganjika-Sees verbunden, so daß der Anschluß an die deutsche Kolonie sozusagen schon fix und fertig vorhanden ist. Eine deutsche Telefunken-Station besteht in Muanza (Südufer des Viktoria-Sees) und mehreremale geschah es, daß die belgische Station Kindu, ohne daß dies beabsichtigt war, von Muanza ausgeschickte Telegramme auffing. Es ist jetzt schon möglich, von Muanza über das Stafettensystem der belgischen Kolonie bis Boma und Banana an der Westküste quer durch Afrika zu telegraphieren. Am interessantesten ist es, daß man in Banana (Kongo-Mündung) Telegramme hören konnte, die in der Telefunken-Station Swakopmund (Deutsch-Südwestafrika) und in Duala (Kamerun) aufgegeben worden sind. Es bedürfte also nur des Versuches, um sofort festzustellen, daß wir heute schon von Muanza in Deutsch-Ostafrika nach Banana an der belgischen Kongo-Mündung und von da nach Duala in Kamerun und Swakopmund in Deutsch-Südwestafrika telegraphieren können! So ist also jetzt schon die vollkommene Möglichkeit des telegraphischen Luftverkehrs zwischen unseren afrikanischen Kolonien untereinander vorhanden, wobei für Deutschland noch der außerordentliche Vorteil besteht, sich der Anlagen eines neutralen Staates bedienen zu können. Zur Vervollständigung dieses Überlandsystemes mußte Deutschland die bereits lange geplante Station in Udjidji am Ostufer des Tanganjika-Sees bauen, die dann leicht mit Kongolo in Verkehr treten könnte. Ferner wäre die Errichtung einer Station in Usambara an der Nordostspitze des Tanganjika-Sees, gegenüber dem belgischen Uvira, unerläßlich, wodurch der Verkehr von Muanza nach Kindu eine große Erleichterung erfahren würde. Auch die Errichtung einer Station im neuerworbenen Hinterland von Kamerun, in der Nähe des belgischen Coquilhatville, ist nötig.

Die augenblicklichen Verhandlungen auf dem Londoner Kongreß werden wohl auch den Ausgangspunkt zu einer Verständigung zwischen Deutschland und der Belgischen Kolonie bilden, bei der eventuell auch die Kabelfrage einbegriffen wäre.

Wir entnehmen ferner dem „Berliner Tageblatt" über die Ausbreitung des Telefunkensystemes in Österreich folgendes:

Die österreichische Regierung hat jetzt unter dem Handelsministerium eine eigene Abteilung für Funkentelegraphie eingerichtet und wird den funkentelegraphischen Betrieb an Bord österreichischer Schiffe übernehmen. Die technische Leitung des Betriebes untersteht einem in Triest eingerichteten Inspektorat. Als funkentelegraphisches System ist das deutsche Telefunkensystem gewählt worden. Die bereits von der Telefunkengesellschaft ausgerüsteten sechs österreichischen Schiffe „Atlanta", „Columbia", „Francesca", „Sofia Hohenberg", „Wien" und „Heluan" werden von der Regierung käuflich übernommen, außerdem sind Stationen für 26 weitere Schiffe beordert worden, so daß in kurzer Zeit 32 österreichische Schiffe mit Telefunkenstationen deutschen Systems ausgerüstet sind. Es werden folgende Schiffe zuerst ausgerüstet: vom österreichischen Lloyd: die Dampfer „Gablonz", „Marienbad", „Africa", „Körber", „Silesia", „Trieste", „Austria", „China", „Erzherzog Franz Ferdinand", „Nippon", „Persia", „Vorwärts", „Bohemia", „Cleopatra", „Habsburg", „Semiramis"; von der Austro-Americana-Linie die Dampfer „Kaiser Franz Josef I.", „Eugenie", „Martha Washington", „Alice", „Argentina", „Laura", „Oceania". Außer diesen Stationen für große Reichweite sind noch 26 Notsenderanlagen mit geringerer Reichweite bestellt.

Die weltumspannende Politik der Marconi Company, die naturgemäß dazu geführt wird die anderen Systeme der drahtlosen Telegraphie so weit wie möglich zu verdrägen, scheitert aber nicht nur an der Aufmerksamkeit und den energischen Gegenmaßregeln der deutschen Reichspost und der deutschen Telefunken-Gesellschaft sondern sicher auch, wie man ohne Voreingenommenheit sagen kann, an der technischen Überlegenheit des deutschen Systems der „tönenden Löschfunken". E.

(Eingesandt 21. Juni 1912.)

Patentschau.

Von **H. Eales.**

Das D. R. P. Nr. 246866 der Firma Dr. Erich F. Huth G. m. b. H. in Berlin betrifft einen Ticker zum Empfang ungedämpfter Schwingungen; bei diesem ist der bewegliche Tickerkontakt an einer Membran befestigt und diese Membran ist zur möglichsten Herabsetzung der Tonerzeugung mit Aussparungen in der Weise versehen, daß sie, wie aus Fig. 1 ersichtlich, die Form eines Ringes (*2*) erhält mit zwei Stegen. Der eine dieser Stege bildet dabei die Verbindungslinie der beiden Befestigungspunkte, während der andere dem durch die An-

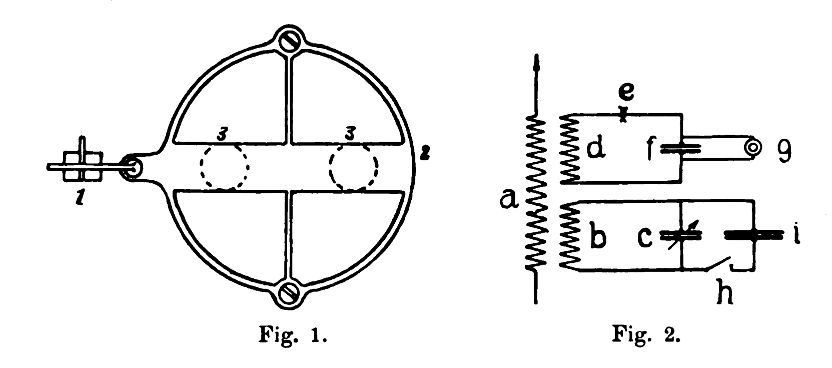


Fig. 1. Fig. 2.

griffspunkte der magnetischen Kraft (Elektromagnet *3*, *3*) hindurchgehenden Durchmesser entspricht. *1* ist der Tickerkontakt.

Dieselbe Firma hat sich unter Nr. 241947 ein Empfangsverfahren für die drahtlose Nachrichtenübermittelung schützen lassen. Fig. 2 zeigt als Beispiel eine dabei verwendete Schaltung. Es sind drei Empfangskreise vorhanden, *a*, *b c* und *d e f*. Von diesen wird der weder Antenne noch Detektor enthaltende Kreis *b c* (Zwischenkreis) durch den periodisch arbeitenden Unterbrecher *h*, welcher eine große Kapazität *i* abwechselnd ab- und zuschaltet, in seiner Frequenz periodisch geändert, und zwar in dem Maße verstimmt, daß seine Periodenzahl kleiner ist als 40000 in der Sekunde, also in das Bereich der akustisch hörbaren Schwingungen fällt. Statt durch Zu- und Abschalten von Kapazitäten kann die periodische Vergrößerung der Frequenz des Zwischenkreises auch durch periodisches Zuschalten von

Selbstinduktion erreicht werden. Endlich ist auch noch die in Fig. 3 dargestellte Anordnung möglich, bei welcher der Zwischenkreis mit dem Detektorkreis vereinigt ist; durch den Unterbrecher *h* wird dabei nämlich der Zwischenkreis *b c* und der Detektorkreis *e f k* periodisch parallel und in Reihe geschaltet. *g* bedeutet ein Empfangsinstrument, z. B. ein Telephon.

Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin hat sich durch D. R. P. Nr. 244687 eine Anordnung zum Empfang elektrischer Wellen schützen lassen, bei der eine Umschaltvorrichtung abwechselnd das Empfangssystem mit zwei verschiedenen, aus Detektoren o. dgl. nebst gegebenenfalls Abstimmvorrichtungen bestehenden Empfängern verbindet. Die Kennzeichen bestehen in erster Linie darin, daß als Umschaltvorrichtung ein mit federnden Kontakten versehener schwingender Anker benutzt wird. Bisher hatte man nämlich als Umschaltevorrichtung bei derartigen Empfangsanordnungen rotierende Umschalter benutzt; diese sollen aber nach den Angaben in der Patentschrift erhebliche Nachteile besitzen, die durch die Anwendung eines mit federnden Kontakten versehenen schwingenden Ankers als Umschaltevorrichtung vermieden werden können. Zur Erzielung einer guten Wirkung müssen die Federn entweder an und für sich stark gedämpft oder mit Mitteln kombiniert sein, die ihre Dämpfung erhöhen. Um endlich die Kontakte zu schützen und die Ausbildung von Tönen zu verhindern, die im Rhythmus des Unterbrechers durch statische Ladungen der Antennen hervorgerufen werden können, sind die Kontaktstellen des Umschalters durch mit passend gewählten Spulen versehene Zweigleitungen überbrückt.

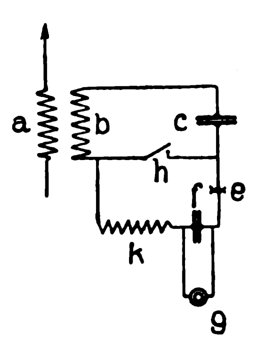


Fig. 3.

Dieselbe Firma hat unter Nr. 243417 ein Patent erhalten auf eine Anordnung zur Verstärkung von Stromschwankungen geringer Amplitude, die auf ein Relais mit mikrophonartigem Kontakt wirken. Die Kennzeichen bestehen darin, daß der Anker eine ausgeprägte Eigenschwingung hat, dabei aber so wenig Masse besitzt, daß er bei den geringsten Anstößen, die in einer seiner Eigenschwingung entsprechenden Schwingungszahl auf ihn wirken, sofort anspricht, und daß ferner dieser Anker mit einem pulverförmigen Kontakt kombiniert ist, wobei der Anker einen Teil dieses Kontaktes bildet. Bei Hintereinanderschaltung

mehrerer Relaiskreise soll die Pulvermenge und Korngröße in den nachfolgenden Kreisen größer sein als in den vorhergehenden, und ferner soll der das Mikrophonpulver aufnehmende Raum einen sich nach unten erweiternden Querschnitt besitzen. Zur Verhinderung von Frittwirkungen an den Relaiskontakten durch starke elektrische Schwingungen kann entweder eine Einkapselung in metallische Gehäuse vorgesehen sein oder die Mikrophone beim Senden zwangläufig ausgeschaltet werden.

Das D. R. P. Nr. 241718 derselben Firma betrifft eine Vorrichtung zum Umschalten von Stationen der drahtlosen Telegraphie in Abhängigkeit von der Taste, bei der die Schaltbewegung von der Sende- in die Empfangsstellung beim Loslassen der Taste selbsttätig erfolgt. Die Kennzeichen bestehen darin, daß die Schalteinrichtung mit Mitteln versehen ist, welche diese selbsttätige Bewegung verzögern, auf die Bewegung von der Empfangs- in die Sendestellung aber keinen Einfluß ausüben; hierdurch wird erzielt, daß während des regelmäßigen Telegraphierens keine Rückkehr der Apparate in die Empfangsstellung erfolgt und in beliebigem Tempo gegeben werden kann. Es müssen zweckmäßig Mittel vorgesehen sein, durch welche die Dauer der Verzögerung der selbsttätigen Umschaltebewegung geregelt werden kann.

Auch das D. R. P. Nr. 245431 derselben Firma bezieht sich auf eine Anordnung bei Sende-Empfangsstationen, bei denen durch eine Schaltvorrichtung (Taste oder eine besondere dauernd selbsttätig arbeitende Umschaltevorrichtung) in den Zwischenzeiten zwischen den Arbeitszeiten des Gebers stets der Empfänger mit der Antenne verbunden wird. Hier bestehen die Kennzeichen darin, daß der Sende- und Empfangskreis durch dasselbe Koppelungselement mit der Antenne verbunden sind und die Schaltvorrichtung einerseits nur den Starkstrom schließt und öffnet, andererseits nur den Detektorkreis unterbricht, so daß auch dieselben Antennenabstimmelemente sowohl für Empfangs- als auch für Senderzwecke benutzt werden können. Außerdem kann die Anordnung noch so getroffen werden, daß beim Schließen des Starkstromes außer dem Detektor auch noch das Indikationsinstrument von der Antenne abgeschaltet wird.

Das D. R. P. Nr. 245652 von Victor Colin in Neuilly sur Seine und Maurice Jeance in Paris betrifft eine Vorrichtung zur drahtlosen Übertragung von Tönen aller Art durch Erzeugung kontinuierlicher ungedämpfter Schwingungen mittels einer Gleichstromquelle und eines oder mehrerer Lichtbögen. Die Kennzeichen bestehen darin, daß die negativen Elektroden der in kohlenstoffhaltige Gase oder Flüssig-

keiten eingeschlossenen Lichtbögen aus Kohlestäben von ungefähr 1,5 mm Durchmesser bestehen.

Das D. R. P. Nr. 248198 der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin betrifft eine Antenne mit von einem Hauptmast aus leitendem oder nicht leitendem Material getragenen Schirmdrähten. Die Anordnung ist in Fig. 4 dargestellt, und zwar bestehen die Kennzeichen darin, daß die einzelnen Schirmdrähte *c c* vom Mast wie von Erde isoliert und mit ihren Zuleitungen *d d* an Punkten verbunden sind, durch die sie elektrisch in zwei Hälften von annähernd gleicher Kapazität geteilt werden. Hierdurch werden die beiden Hälften

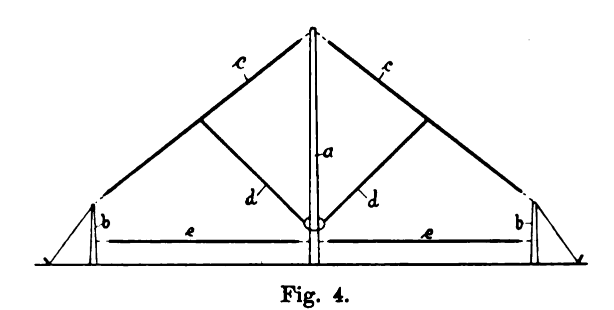


Fig. 4.

eines jeden Schirmdrahtes gleichzeitig aufgeladen, so daß an beiden Enden, nämlich innen und außen, gleichzeitig maximale Spannungen auftreten. Ferner wird die Selbstinduktion bei dieser Antennenanordnung außerordentlich klein, einerseits deshalb, weil die Zuleitungen kurz ausfallen, sämtlich parallel geschaltet sind und großen Abstand voneinander besitzen, andererseits weil auch die beiden Hälften jedes einzelnen Schirmdrahtes parallel geschaltet sind. Mit der Antenne können daher bequem kurze Wellen eingestellt werden. Bei Verwendung von metallenen Türmen ist außerdem die Rückwirkung auf den Turm ebenfalls viel kleiner als bisher und dementsprechend auch der Verlust in ihm viel kleiner.

Die Firma Hein, Lehmann & Co. Aktien-Gesellschaft in Berlin-Reinickendorf hat sich durch D. R. P. Nr. 248479 einen eisernen Mast für drahtlose Telegraphie schützen lassen. Der Mast ist der Höhe nach unterteilt und die übereinander angeordneten Einzelteile sind elektrisch voneinander isoliert. Die Kennzeichen bestehen darin, daß die Einzelteile mittels einer auf der Isolierung der Unterteilungsstelle ruhenden Gelenkverbindung, z. B. eines Kugellagers, Tangentialkipplagers o. dgl.

aufeinandergestellt sind und je für sich mittels in bekannter Art vom Erdboden isolierter Spanndrähte gehalten werden.

Das D. R. P. Nr. 244092 nebst Zusatzpatent Nr. 244093 von R. A. Fessenden in Brant Rock, Mass., V. St. A., betrifft eine Empfangs- und Anzeigevorrichtung für elektrische Wellen. Sie beruht darauf, daß durch die Reibung zwischen zwei aufeinandergleitenden Metallstücken eine Zugwirkung auf ein Anzeigeorgan übertragen und

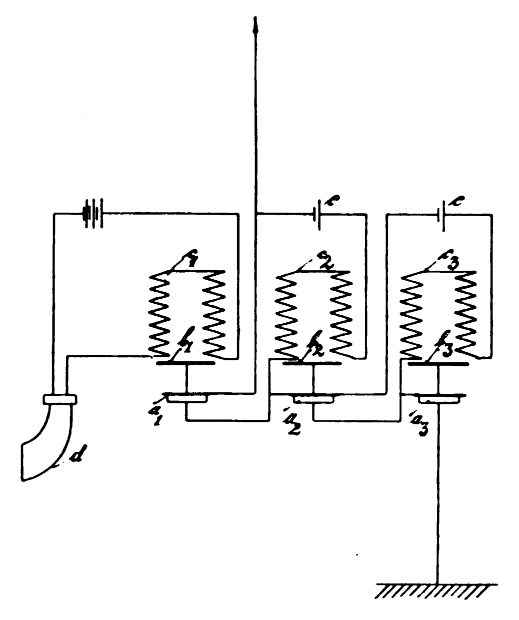


Fig. 5.

diese Zugwirkung in Übereinstimmung mit der auf den Empfangskreis einwirkenden elektrischen Energie verändert wird.

Die Kennzeichen bestehen darin, daß sich zwischen den beiden mit dem Empfangskreis verbundenen Metallstücken eine dünne Isolierschicht befindet, so daß die Veränderung der Reibung auf der Veränderung der elektrostatischen Anziehung zwischen den beiden Metallstücken beruht. Nach dem Zusatzpatent ist diese Anordnung in dem Sinne weiter ausgebildet, daß zwei Paar sich gegeneinander bewegender leitender Glieder vorgesehen sind, die differential auf das Anzeigeorgan wirken und so die Wirkung verstärken.

Die **Mikrophonschaltung** für drahtlose Telephonie nach D. R. P. Nr. 247853 der Firma Dr. Erich F. Huth G. m. b. H. in Berlin ist in Fig. 5 dargestellt. Dabei ist die an sich als Telephonrelais bekannte Kombination eines Mikrophons und eines Telephons in beliebiger Zahl direkt oder indirekt in den Luftleiter eingeschaltet; das Mikrophon a_1 der ersten Kombination $d\, b_1\, c_1$ ist nämlich unter Zwischenschaltung einer Batterie e mit dem Telephon $b_2\, c_2$ der zweiten Kombination verbunden und so fort, während alle Mikrophone $a_1\, a_2\, a_3$ hintereinander im Luftleiter liegen. Hierdurch wird es ermöglicht, durch ein Mikrophon d alle übrigen zu besprechen und gleichzeitig eine erhöhte Widerstandsänderung der Mikrophone zu erreichen.

(Eingesandt 27. Juni 1912.)

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

(Die Redaktion behält sich die Besprechung einzelner Werke vor.)

R. Wegner v. Dallwitz, Wärmetheorie und ihre Beziehungen zur Technik und Physik. C. J. E. Volckmann Nachf. G. m. b. H. Verlagsbuchhandlung, Berlin-Charlottenburg 1912. M. 10.—, geb. M. 11.25

G. Mie, Die Materie (Vortrag). Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1912. M. 1.40.

Fr. Dannemann, Wie unser Weltbild entstand. Franckhsche Verlagsbuchhandlung Stuttgart. 3. Aufl. 1912. M. 1.—

AEG-Zeitung, Mai, Juni 1912.

Sigurd Smith, Søren Hjorth, Inventor of the dynamo-electric principle, Kopenhagen 1912.

P. Curie, Die Entdeckung des Radiums. Nobelpreis-Vortrag (1911). Akadem. Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig 1912.

M. Planck, Über neuere thermodynamische Theorien (Nernstsches Wärmetheorem und Quantenhypothese). Vortrag in der Deutschen chem. Ges. in Berlin 16. Dez. 1911. Akadem. Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig 1912.

E. Abderhalden, Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. Band V. 1912. Verlag von Urban & Schwarzenberg in Berlin u. Wien. M. 15.—, geb. M. 17.—

La Rosa (übersetzt von K. Muth), Der Äther. Geschichte einer Hypothese. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1912. M. 2.50

Deutsches Museum (München), Verwaltungsbericht über das achte Geschäftsjahr 1910—1911. R. Oldenbourg, München.

O. von Lossberg u. H. Behner, Weltkarte der Funken- und Kabeltelegraphie. Gea Verlag G. m. b. H. Berlin 1912. M. 5.—

Paul Ludewig, Die Ergebnisse der bisherigen Versuche mit drahtloser Telegraphie zum Luftfahrzeug. Sonderabdruck aus der Deutschen Luftfahrer-Zeitung Nr. 9—11. 1912.

Karl Pichelmayer, Wechselstromerzeuger (Sammlung Göschen Nr. 547). G. J. Göschensche Verlagshandlung, Leipzig 1912. M. —.80

Telefunken-Zeitung, 1. Jahrg., Nr. 6, 1912.

Tables annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie. Publiées sous le patronage de l'Association internationale des Académies par le Comité international nommé par le VII[e] Congrès de Chimie appliquée (Londres, 2. Juin 1909). Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1912. M. 21.50

(Eingesandt 22. Juni 1912.)

Literaturverzeichnis.

Banneitz, Fritz, s. Marx, Erich.

Branly, E., Electrician **69**, 371, 1912. A wireless mine-firing device.

Braun, Ferdinand, Frankfurter Zeitung (aus Technik und Industrie), Nr. 98 u. 104, 1912. Über die Antennen der drahtlosen Telegraphie (I. Vertikale Antennen; II. Erdantennen).

Broglie, de, C. R. Tome **154**, 1654, 1912. Sur l'éclipse de Soleil du 17 avril et la radiation pénétrante mesureé par l'ionisation naturelle de l'air en vase clos.

Burkhardt, H., Sitzungsber. d. math. phys. Kl. der K. B. Ak. d. Wiss. Heft 1, S. 97, 1912. Die Untersuchungen von Cauchy und Poisson über Wasserwellen. (Eine auch für elektromagnetische Probleme der mathem. Physik wertvolle Studie. E.)

Burstyn, W., Elektrot. Ztschr. **33**, 615, 1912. Die Wirkungsweise der Erdantennen.

Chaffee, E. L., Electrician **69**, 90, 1912. A new method of impact excitation of undamped oscillations.

Chaveau, A. B., C. R. Tome **154**, 1652, 1912. Observations sur l'électricité atmosphérique pendant l'éclipse du 17 avril 1912.

Cranz, C. u. Glatzel, Br., Ber. D. Phys. Ges. **14**, 525, 1912. Die Verwendung von Gleichstrom-Löschfunkenstrecken zur kinematographischen Aufnahme ballistischer und physikalischer Vorgänge.

Dosne, P., La Nature Nr. 2038, S. 42, 1912. La télégraphie sans fil à la portée de tout le monde.

Drago, E., Ann. Phys. Beibl. **36**, 605, 1912 [Ref. über Rend. R. Acc. d. Linc. (5) **20**, 369, 1911; N. Cim. **3**, 73, 1912]. Einfluß von oszillierenden Entladungen und elektrischen Wellen auf die Dämpfungsgeschwindigkeit der Torsionsschwingungen von Eisendrähten.

Dubilier, W., Helios **18**, 243, 1912. Ein neuer Geber für drahtlose Telephonie.

Duddell, W., Electrician **69**, 100, 1912. A 2000-frequency alternator.

— Electric Engineering Nr. 282, S. 278, 1912. The production of high frequencies.

Eccles, W. H., Nature (London) **89**, Nr. 2214, S. 191, 1912. The propagation of long electric waves during the solar eclipse.

— Electrician **69**, 109, 1912. Effect of the eclipse on wireless telegraphic signals (vgl. auch ebenda S. 190 J. A. Fleming; ferner ebenda S. 329 H. Schledermann Royal Danish Navy).



Esau, A., Phys. Ztschr. **13**, 495, 1912. Über die Bestimmung des Spannungsknotens von Luftleitern.

Evans, R. D., s. Pierce, G. W.

Faßbender, H. u. **Hupka, E.**, Phys. Ztschr. **13**, 559, 1912. Aufnahme von Schwingungskurven kleiner Amplituden.

Fellenberg, W., Elektrot. Ztschr. **33**, 582, 611, 684, 1912. Richtlinien für die Konstruktion von Stütz- und Durchführungsisolatoren.

Flajolet, C. R. Tome **154**, 1488, 1912. Réception à l'Observatoire de Lyon des signaux radiotélégraphiques de la tour Eiffel, pendant l'éclipse de soleil du 17 avril.

Forest, Lee de, Electrician **69**, 369, 1912. Absorption (?) of undamped waves.

Glatzel, Br., s. Cranz, C.

Goldberg, Gottfried, „Die Umschau" Nr. 19, S. 385, 1912. Die Entwickelung der deutschen Funkentelegraphie.

Gorce, P. de la u. **Girault, P.**, Bull. Soc. intern. des Électr. (3) **2**, 39, 1912. Influence de la fréquence sur la rigidité diélectrique.

Gradenwitz, A., Schweiz. Elektrot. Ztschr. **9**, 207, 1912. Ein tragbarer elektrolytischer Detektor.

— L'Électricien Tome **43** (2), 342, 1912. Une boussole radiotélégraphique (Telefunken).

Greinacher, H., Phys. Ztschr. **13**, 388, 433, 1912. Über die Verwendung des Vibrations-Elektrometers in der Wheatstoneschen Brücke.

Gutton, C., La Lum. Él. Tome XVIII (2), 332, 1912. La vitesse de propagation des ondes électromagnétiques le long d'une ligne de fils métalliques.

Hagelstein, O., Über Dekrementbestimmungen von Kondensatorkreisen mittels des Helmholtzschen Pendelunterbrechers. Kiel 1911.

Harmon, Dudley, Scientific American Nr. 16, S. 360, 1912. Girdling the Globe by Wireless. The Navy Chain of Wireless Stations.

Helios 18, 277, 1912. Neuere Periodenumformer (Niederfrequenz).

Helsby, Electrician **69**, 108, 1912. The Helsby wireless detector.

Hupka, E., s. Faßbender.

Jaumann, G., Sitzungsber. K. u. K. Wiss. Wien, Januar 1912. Theorie der Gravitation.

Jentsch, Otto, Elektrot. Ztschr. **33**, 448, 1912. Drahtlose Telegraphie und Telephonie (aus dem Bericht: Die deutsche Elektroindustrie im Jahre 1911).

International Radio Telegraph Conference, London 1912. Electrician **69**, 287, 415, 502, 1912. (Vgl. auch El. World **59**, 1244, 1912 u. Electr. Eng. Nr. 289, S. 400, 1912.)

Joly, M., Ann. Phys. Beibl. **36**, 501, 1912 (Ref. über C. R. **152**, 699, 1911). Über statische Frequenzverdoppler (ferner ebenda S. 856. Über einen statischen Frequenzverdreifacher).

Jordan, H., Ber. D. Phys. Ges. **14**, 451, 1912. Zur Kenntnis des Verhaltens anormaler Dielektrika (Messungen an Papierkondensatoren mit konstanter Spannung und Wechseln sehr verschiedener Frequenz).

Isakow, L., Journ. d. russ. phys. chem. Ges. **44**, phys. T., 124, 1912 (Russisch). Thermoindikator zur Abstimmung elektrischer Schwingungskreise nach der Nullmethode.

Kiebitz, F., s. Zehnder, L.

Lichtenecker, Karl, Ber. D. Phys. Ges. **14**, 541, 1912. Zur Anwendung des Satzes vom zureichenden Grunde auf die elektromagnetische Grunderscheinung (vgl. auch ebenda S. 581 Hans Witte).



Lindemann, Ad., Phys. Ztschr. **13**, 449, 1912. Apparat zur objektiven Demonstration der Phasendifferenz von Wechselströmen (Niederfrequenz).

Löwy, H. u. **Leimbach, G.,** Phys. Ztschr. **13**, 397, 1912. Eine elektrodynamische Methode zur Erforschung des Erdinnern (zweite Mitteilung). Nachweis eines Grundwasserspiegels.

Ludewig, Paul, Phys. Ztschr. **13**, 450, 1912. Eine Anordnung zur direkten Bestimmung des Koppelungsgrades elektrischer Schwingungskreise.

— Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift Nr. 9—11, 1912. Die Ergebnisse der bisherigen Versuche mit drahtloser Telegraphie zum Luftfahrzeug.

La Lumière Électrique, Tome XVIII (2), 310, 1912. La télégraphie sans fil en Belgique et au Congo.

Maior, August, Elektrot. Ztschr. **33**, 421, 1912. Telegraphie und Telephonie (mit Draht) mit Wechselströmen auf weite Entfernungen.

Marconi, G., Electrician **69**, 95, 133, 177, 219, 1912. The Marconisystem of wireless telegraphy.

— Electrical World **59**, 887, 1912. Marconi lecture before New York electrical society.

Marx, Erich u. **Banneitz, Fritz,** Phys. Ztschr. **13**, 518, 1912. Demonstration der Resonanzkurve mit der Braunschen Röhre.

Merritt, E., Ann. Phys. Beibl. **36**, 517, 1912 (Ref. über Phys. Rev. **32**, 630, 1911). Die Verwendung des Siliciumdetektors bei kurzen elektrischen Wellen und die Theorie der Kontaktgleichrichter.

Mosler, Electrician **69**, 50, 1912. Attempts to pick up radio-telegraph signals with a balloon.

Peirce, B. O., Proc. Am. Ac. of Arts and Sciences No. 17, 1912. The anomalous magnetization of iron and steel.

Pierce, G. W. u. **Evans, R. D.,** Proc. Americ. Ac. **47**, 793, 1912. On electrical properties of crystals.

Poincaré, H., Journ. de Phys. Mai 1912, S. 347. Les rapports de la matière et de l'éther.

Roschanski, D., Ann. Phys. Beibl. **36**, 636, 1912 (Ref. über J. d. russ. phys.-chem. Ges. **43**, Phys. T., S. 277, 1911). Die Einwirkung des Funkens auf die oszillatorische Kondensatorentladung.

Rothé, E., Elektrot. Ztschr. **33**, 542, 1912 (Ref. über E. u. M. **30**, 274, 1912 bzw. L'Électricien). Empfang von Funkentelegrammen mit kleinen Antennen.

— C. R. Tome **154**, 1454, 1912. Sur l'influence possible des radiations solaires sur la propagation des ondes hertziennes.

Schmidt, J., Helios 18, 237, 249, 265, 1912. Die Resonanz-Instrumente, ihre Konstruktion, Entwickelung und Anwendungsgebiete.

Siemens, Electrician **69**, 142, 1912. The Siemens Electrostatic voltmeter for very high pressures.

Smith, Sigurd, Søren Hjorth, Inventor of the dynamo-electric principle, Kopenhagen 1912.

Squier, G. O., E. u. M. **30**, 467, 1912 (Ref. über Journ. of Franklin Inst. Nr. 4, 1912). Versuche mit kombinierter Telegraphie „mit und ohne Draht" für militärische Zwecke.

Steinmetz, C. P., Elementary lectures on electric discharges, waves aud impulses. London 1912.

Sutton, Henry, Electrician **69**, 66, 1912. Production of rectifiers by physical means (vgl. ebenda S. 232, Greenleaf W. Pickard).

Tamaki, K., Ann. Phys. Beibl. **36**, 510, 1912 (Ref. über Kyoto Mem. **2**, 121, 1910). Über das durch Hertzsche Oszillatoren hervorgebrachte elektrische Feld.

Telefunken. Electrician **69**, 59, 1912. The accident of the Nauen-tower.

— Electrian **69**, 269, 1912. The Telefunken-Compass (vgl. auch ebenda S. 370, Alexander Artom).

Thurn, H., Ztschr. f. phys. Unterr. **25**, 132, 1912. Der Demonstrationsapparat für drahtlose Telegraphie nach dem neuen Telefunken-System.

Traubenberg, Heinr. Rausch v., Phys. Ztschr. **13**, 415, 1912. Über einen Zusammenhang zwischen Materialverlust der Elektroden und geförderter Elektrizitätsmenge im oszillatorischen Entladungsfunken.

Turpain, Albert, La Nature Nr. 2036, S. 11, 1912 u. C. R. Tome **154**, 1457, 1912. Influence de la lumière sur la propagation des ondes électriques (Expériences faites à Saumur, à Poitiers et à Saint-Benoît pendant l'Éclipse de soleil du 17 avril 1912).

Villers, R, La Nature Nr. 2032, S. 373, 1912. L'accident du „Titanic“ et la télégraphie sans fil.

Wagner, K. W. u. Wertheimer, A., Phys. Ztschr. **13**, 368, 1912. Über genaue Messungen des dielektrischen Verlustwinkels und der Kapazität mit der Wechselstrombrücke, sowie über die Bestimmung der Phasenfehler von Widerständen.

Webster, D. L., Proc. of the Americ. ac. of arts and sciences Nr. 14, 1912. On an electromagnetic theory of gravitation.

Wesendonk, Karl v., Ber. D. Phys. Ges. **14**, 514, 1912, Über elektrische Entladungen.

Zehnder, L., Prometheus Nr. 1175, S. 486, 1912. Über die Beseitigung der ungeheuren Antennentürme in der drahtlosen Telegraphie.

— Ber. D. Phys. Ges. Heft 8, S. 438, 1912. Über Elektronen, Relativitätsprinzip und Äther.

— Phys. Ztschr. **13**, 446, 1912. Hertzsche Versuche mit Strahlen elektrischer Kraft durch Heliumröhren dargestellt.

— u. **Kiebitz, F.,** Ber. D. Phys. Ges. **14**, 508, 1912. Zur Priorität der Erdantennen.

— Umschau Nr. 24, 501, 1912. Eine neue Geheimschrift besonders für die drahtlose Telegraphie.

(Eingesandt 22. Juni 1912.)

Bücherbesprechungen.

Weltkarte der Funken- und Kabeltelegraphie. Als ein erster Versuch, die maritimen und kommerziellen Möglichkeiten des Funkenspruches in Verbindung mit dem Kabelnetz in geographischer Form zur Anschauung zu bringen, darf die in der Verlagsbuchhandlung Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W 35, erscheinende Weltkarte der Funken- und Kabeltelegraphie

von O. von Lossberg und H. Behner angesehen werden. Gelöst wurde die Aufgabe dadurch, daß nicht nur die neuesten amtlichen Angaben aller Kulturländer, sondern auch das reichhaltige, im Besitze der privaten Betriebs-Gesellschaften befindliche Material gesichtet und verarbeitet wurde. In einem Kartenbilde im Maßstabe von 1:47000000, das die Einteilung nach Staaten und die Handels- und Verkehrsorte enthält, wird nach genauer geographischer Lage nach den international geltenden Bezeichnungen. unter beigefügtem Rufzeichen und System, eine Übersicht aller drahtlosen Küstenstationen gegeben und zwar sowohl derjenigen Radiostationen, die im allgemeinen öffentlichen Verkehr stehen, wie auch derer, die nur zu militärischen und Versuchszwecken und für Fälle der Seenot dienen. Ferner sind in die Karte eingezeichnet die Fahrtrouten der 88 Schiffslinien, die Funken-Bordstationen führen und die Seekabel, unter Angabe ihrer Nationalität. Die Übersichtlichkeit der Karte wird durch vielfarbigen Druck erhöht. Die Karte kostet M. 5.—. E.

(Eingesandt 3. Juni 1912.)

Jahrbuch

der

drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Band 6. 1912. Heft 2.

Henri Poincaré. †

Am 17. Juli 1912 starb plötzlich und unerwartet an den Folgen einer Operation unser hochverehrter Mitarbeiter Henri Poincaré, Professor an der Sorbonne Paris.

Poincaré genoß den Weltruf, der hervorragendste Mathematiker unserer Zeit zu sein. Auf welcher Stufe seine Leistungen stehen, beweist am besten der Umstand, daß selbst seine nächsten Fachgenossen oft Mühe hatten, ihm zu folgen. Es liegt dies zum Teil wohl daran, daß er oft langwierige Auseinandersetzungen durch allgemeine in das Wesen eindringende Überlegungen zu ersetzen sucht, ganz sicher aber hauptsächlich daran, daß seine sämtlichen Arbeiten in genialer Weise von jener echten Phantasie getragen sind, die charakteristisch ist auf allen Geistesgebieten für wirklich große Schöpfungen, und von der man selbst wenigstens einen Hauch verspüren muß, wenn man ihnen folgen will. Die Ungarische Akademie gab ähnlichen Anschauungen mit Recht Ausdruck, als sie Poincaré den Bolyai-Preis verlieh.

Poincaré war jedoch nicht nur Mathematiker. Painlevé tat über ihn den charakteristischen Ausspruch: „C'est que Henri Poincaré était vraiment le cerveau vivant des sciences rationelles: mathématiques, astronomie, physique, cosmogonie, géodésie, il a tout embrassé, tout pénétré, tout approfondi.“ In der Tat beherrschte Poincaré fast alle exakten Wissenschaften; bald beschäftigen ihm zahlentheoretische Probleme oder die Theorie der Differentialgleichungen, bald das astronomische Dreikörperproblem, bald in der Physik die Potentialtheorie, oder das Ausbreitungsproblem elektromagnetischer Schwingungen, oder die modernsten physikalischen Theorien, die Elektronentheorie und die Relativitätstheorie.

Es kann natürlich nicht meine Aufgabe sein, an dieser Stelle seine Arbeiten zu würdigen, von denen viele meinem Arbeitsgebiet



auch zu fern stehen, nur auf einzelne sei besonders hingewiesen. Von den Mathematikern[1]) wird wohl als seine bedeutendste Arbeit in der reinen Mathematik diejenige über die Theorie der automorphen Funktionen und der Uniformisierung angesehen (vgl. darüber auch Verhandlungen betreffend automorphe Funktionen. Karlsruhe, September 1911. Jahresber. der D. Mathematiker-Vereinigung 21. Band Juni/Juli 1912). Es sei auch an seine wertvollen Abhandlungen über Funktionentheorie besonders erinnert. Nach seinen eigenen Äußerungen war er zeitlebens besonders mit einer Aufgabe beschäftigt, nämlich die Theorie der partiellen Differentialgleichungen zu fördern.

In der mathematischen Astronomie gilt als sein berühmtestes Werk seine „Mécanique Céleste", die 3 Bände umfaßt. Von früh an hatte sich Poincaré mit der Himmelsmechanik befaßt; als er sich als Student wie in Frankreich üblich eine gründliche Kenntnis der französischen Klassiker der exakten Wissenschaften verschaffte, hat er damals schon Laplaces Mécanique Céleste völlig durchgearbeitet. Weitesten Kreisen ist es bekannt, daß er im Jahre 1899 den vom König von Schweden (der selbst ein großer Verehrer mathematischer Probleme ist) ausgeschriebenen Stockholmer Weltpreis für Mathematik gewann, den ihm die eingesetzte internationale Kommission zuerkannte für seine Abhandlung: „Le problème des trois corps et les équations de la dynamique."

In der mathematischen Physik ist besonders seine Arbeit über die Gleichgewichtsfiguren einer rotierenden Flüssigkeit wegen ihrer scharfsinnigen eleganten Durchführung vorbildlich. Sein gesamter Vortragskurs über mathematische Physik spiegelt sich in einem zehnbändigen Werke. Seine Vorlesungen über Elektrizität und Optik erschienen in deutscher Übersetzung (1891/92), Thermodynamik (1894), Mathematische Theorie des Lichts (1905). Auch mit unserem speziellen Gebiete der drahtlosen Telegraphie hat Poincaré sich bekanntlich gründlich theoretisch befaßt, wie es zum Ausdruck kommt in seinen Vorlesungen über die Maxwellsche Theorie und die Hertzschen Versuche, seinen Leçons sur les oscillations électriques und seinen Conférences sur la télégraphie sans fil. Poincaré beschränkt sich dabei niemals auf die einfache Wiedergabe der Arbeiten Anderer, sondern überall findet man seine persönliche Note und neue mathematische Gesichtspunkte. Hinsichtlich der Ausbreitung der elektrischen Wellen

1) Ich stütze mich zum Teil auf Äußerungen von Prof. Rudolf Fueter.



vertrat Poincaré einige Zeit die Beugungstheorie, über die er mir auch für das Jahrbuch (3, 445, 1910) eine mathematisch-spekulative Abhandlung überließ. In letzter Zeit war er von diesen Vorstellungen abgekommen. Noch vor kurzem suchte ich ihn speziell auch für die merkwürdigen und für die theoretische Vorstellung wichtigen Ergebnisse der Erdantennen-Versuche zu interessieren, doch schrieb er mir in seinem letzten Briefe vom 31. Mai 1912, daß er den Moment für theoretische Spekulationen hierüber noch nicht für gekommen erachte.

Die ungeheure Produktivität Poincarés zeigt die Tatsache, daß er über 1800 Abhandlungen der Académie Française vorlegte, als er sich im Jahre 1908 um ihre Mitgliedschaft bewarb.

Wer nur einige der größeren Arbeiten von Poincaré kennt, versteht seine im Quartier Latin legendär gewordene Zerstreutheit, veranlaßt durch seine absolute Versunkenheit in einer Gedankenwelt, die so ungeheure Konzentration erfordert und die so weit abseits liegt von den Gedankenkreisen der Alltäglichkeit. Auch seine bekannte persönliche Ungeschicklichkeit hängt damit wohl zusammen; noch kürzlich hat er selbst sich in einem mehr allgemeinverständlichen Vortrage: „Die neue Mechanik“ (vgl. „Himmel und Erde“ XXIII. Jahrgang; es sind Betrachtungen, die sich an die Relativitätstheorie anknüpfen) hierüber in launiger Weise geäußert, wobei er die Worte braucht: „Ich muß Ihnen gestehen, daß ich außerordentlich ungeschickt bin, und daß ich seitdem gänzlich auf die Experimentalphysik verzichten zu müssen glaubte“; es bezieht sich dies auf einen Versuch, ähnlich dem bekannten Michelson-Morleyschen Experiment, einen Einfluß der Translation der Erde relativ zum Äther bzw. auf optische Phänomene nachzuweisen. Aus diesem Grunde hat Poincaré wohl auch seinen ursprünglich ergriffenen Beruf als ingénieur des mines in Vesoul aufgegeben, um sich der rein theoretischen Dozententätigkeit zu widmen.

Weitesten Kreisen bekannt sind seine philosophischen Schriften, die in den vortrefflichen deutschen Übersetzungen die Titel tragen: „Wissenschaft und Hypothese“ und „Der Wert der Wissenschaft“. In Frankreich nannte man Poincaré einen „libre penseur“, doch als einmal von seinem Freidenkertum gesprochen wurde, meinte er selbst nachdenklich: „Wer sich einen freien Denker nennt, wird schon wieder unfrei“. In der Tat ist uns Poincaré ein Vorbild dafür, daß man nur dann weise bleibt, wenn man die Weisheit täglich sucht; „sobald man die Weisheit gefunden haben will, wird man ein Narr“, sagt schon ein sehr altes Sprichwort. Sein mathematischer Kollege und Freund

Paul Painlevé tat bei seiner Gedächtnisrede auf Poincaré den Ausspruch: „Sein ganzes Leben war ein intensives ununterbrochenes Nachdenken.“

Vorbildlich ist Poincaré auch dafür, wie sich tiefste Gelehrsamkeit mit einer geistreichen eleganten Ausdrucksform verknüpfen läßt, anstatt mit einer verschrobenen trockenen Sprache, die leider bei vielen Gelehrten den Genuß ihrer Werke sehr beeinträchtigt. Es liegt dies wohl daran, daß Poincaré sich zuerst eine vollständige literarische Bildung erwarb, ehe er sich der Mathematik zuwandte. Noch vor wenigen Monaten pries er in einem Vortrage in Wien begeistert die humanistische Bildung, nicht im engeren Sinne der klassischen Sprachen, sondern als das Mittel zur Befreiung und Verfeinerung des Geistes, die „von allen Nützlichkeitserwägungen hinwegführe und den Sinn für die reine Erkenntnis empfänglich mache.“ Poincaré braucht sogar die Worte: „Nicht die Mathematiker, die nur den esprit géométrique besitzen, sind die Schöpferischen, sondern die den esprit de finesse besitzen, und den kann man in der Regel nur durch sprachlich-literarische Bildung erwerben“. So erscheint es auch in einem gewissen Zusammenhang, daß er an Stelle des Dichters Sully-Prudhomme in die Reihen der „Unsterblichen“ der Académie Française gewählt wurde (1908).

Poincaré wurde am 29. April 1854 in Nancy geboren. Nachdem er die École Politechnique absolviert hatte, begab er sich als „élève-ingénieur“ nach Österreich und Schweden und wurde 1879 ingénieur des mines in Vesoul. Nach kurzer praktischer Tätigkeit in dieser Stellung trat er zum Lehrfach über; er bestand sein doctorat ès sciences und ließ sich nach Caen als Dozent an der dortigen Faculté des sciences detachieren. Schon im Jahre 1881 wurde er an der Pariser Sorbonne als Stellvertreter (maître des conférences) angestellt und 1885 erhielt er die Professur der mathematischen Physik, wozu später (1896) nach dem Tode Tisserands die Professur für Himmelsmechanik kam. Außerdem war er Professor an der École Politechnique und der École Centrale (1887); zweiunddreißigjährig (1887) wurde er zum Mitgliede der Académie des sciences gewählt; 1908 folgte er, wie schon erwähnt, dem Dichter Sully-Prudhomme in der Académie Française nach, bei welcher Gelegenheit er eine bedeutende Rede über Philosophie und Naturwissenschaften hielt. Im April 1909 hielt Poincaré auf Einladung der Kommission der Wolfskehl-Stiftung in Göttingen eine Reihe von inzwischen im Druck erschienenen Vorträgen mathematischen und physikalischen Inhalts in

deutscher Sprache. Fast alle Akademien und wichtigeren gelehrten Korporationen zählten Poincaré zu ihrem Mitglied.

Wer sich für Einzelzüge in der Psyche eines so genialen Menschen interessiert, sei auf die Schrift des Experimentalpsychologen Dr. Toulouse: Henri Poincaré, Enquête médico-psychologique sur la supériorité intellectuelle (Paris, Verlag von Flammarion), verwiesen, ferner auf das Buch von E. Lebon: Henri Poincaré, Biographie. Bibliographie analytique des Écrits (Paris, Verlag Gauthier-Villars).

G. Eichhorn.

(Eingesandt 1. August 1912.)

Messung von gegenseitigen Induktionen.

Von F. Kock.

Zur Bestimmung des Koppelungskoeffizienten gekoppelter Systeme ist es, wenn dies nicht bei engen Koppelungen aus den auftretenden Partialwellen geschehen kann, erforderlich, die gegenseitige Induktion der zur Koppelung benutzten Spulen oder Drahtkreise zu ermitteln.

Dies kann bei gewissen Formen der Spulen oder Ringe auf Grund allgemeiner Ableitungen auf rechnerischem Wege erfolgen[1], doch sind die zu benutzenden Formeln umständlich und oft auch die in Betracht kommenden Dimensionen und Konstanten der Spulen nicht genau genug zu ermitteln. Die experimentelle Bestimmung der gegenseitigen Induktion läßt sich, falls man Spulen nicht zu geringer Windungszahl, hat am leichtesten in der Wechselstrombrücke machen, indem für verschiedene Abstände die aufeinander induzierenden Spulen in bekannter Weise hintereinander geschaltet werden, und zwar einmal im gleichen, das andere Mal im entgegengesetzten Wickelungssinn. So ergibt sich dann aus der gesamten Selbstinduktion des Systems L_a im ersten resp. L_b im zweiten Fall.

$$M = \frac{1}{4}(L_a - L_b) \quad ^{2)}$$

Die Messung ist bei größeren Spulen leicht auszuführen, da auch

1) Glage (s. Jahrb.) gibt eine ausführliche Zusammenstellung der Formeln, desgl. Rosa, Formulae and tables for the calculation of mutual and self induktion. Bullet. of bureau of standart 1908, Vol. 5, Nr. 1.

2) Kohlrausch, Jahrb. der prakt. Physik, 10. Aufl., S. 510, 1905.

bei den weiteren Abständen ein genügend großer Unterschied zwischen L_a und L_b erhalten wird.

Bei Spulen mit wenig Windungen etwa von der Selbstinduktion 10^4 cm abwärts läßt sich die Messung noch mit schnellen Schwingungen ausführen, indem man die Spulen in derselben Weise wie oben in einen Wellenmesserkreis schaltet und dafür sorgt, daß ein Induzieren derselben durch andere Spulen nicht stattfinden kann. Aus der bekannten Wellenlänge des Erregerkreises, den Resonanzeinstellungen des Wellenmessers unter Ein- resp. Nichteinschaltung der zu messenden Spulen und den zu den verschiedenen Einstellungen des Wellenmessers gehörenden Kapazitäten kann die jeweils im Meßkreise vorhandene gesamte Selbstinduktion und daher durch Differenzbildung der Wert für L_a und L_b bei verschiedenen Abständen der Spulen und damit M der Koeffizient der gegenseitigen Induktion bestimmt werden[1]).

Die Messung ist dagegen technisch schwierig auszuführen, da bei größeren Spulenabständen die Unterschiede zwischen L_a und L_b zu klein und die Einstellungen des Meßkreiskondensators insbesonders durch die unvermeidlichen Intensitätsschwankungen im Erregerkreis unsicher werden. Ferner ist zu beachten, daß durch die bei den verschiedenen Spulenabständen notwendig werdenden verschiedenen langen Verbindungsleitungen in der Form von Doppelschnüren oder Paralleldrähten zusätzliche Werte von Kapazität und Selbstinduktion eingeführt werden, welche zwar aus dem Endresultat wieder herausfallen, aber doch leicht zu Fehlerquellen z. B. infolge von Abstandsänderung Veranlassung geben können.

Bei gegenseitigen Induktionen kleineren Betrages lassen sich diese Schwierigkeiten umgehen, wenn eine Messung unter dem Gesichtspunkt gemacht wird, daß beide aufeinander induzierenden Spulen einen Lufttransformator bilden.

Sind $L_1\, w_1\, i_1$ und $L_2\, w_2\, i_2$ Selbstinduktion, Widerstand, Strom in Spule 1 resp. 2 so gilt für Spule 2 bei Vernachlässigung der Kapazität derselben die Spannungsgleichung:

$$0 = i_2\, w_2 + L_2 \frac{d\, i_2}{d\, t} + M \frac{d\, i_1}{d\, t}$$

Setzt man sinusförmigen Strom voraus, so ergibt sich nach Einsetzung der Werte aus den Lösungen für $\omega t = 0$ und $\omega t = 90^0$

1) Glatzel, Verh. der deutschen phys. Gesellsch. 1908, S. 464.

nach einigen Umformungen für das Verhältnis der Stromamplituden primär und sekundär:

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{\omega M}{\sqrt{w_2^2 + \omega^2 L_2^2}} \qquad \begin{aligned} \omega &= 2\pi n \\ n &= \text{Periodenzahl} \end{aligned}$$

Ist also die Periode, der sekundäre Widerstand (Wechselstromwiderstand) und die Größe der sekundären Selbstinduktion für die benutzte Periodenzahl bekannt, so läßt sich, wenn $\frac{J_2}{J_1}$ gemessen wird, M bestimmen. D. h.

$$M = \frac{J_2}{J_1} \frac{\sqrt{w_2^2 + \omega^2 L^2}}{w}$$

Für das Amplitudenverhältnis der Ströme kann auch das Verhältnis der gemessenen Effektivwerte eingeführt werden, da in unserem Falle — dem des eisenlosen Transformators — die Stromkurvenform primär und sekundär dieselbe sein wird.

Mit Wechselströmen niedriger Frequenz läßt sich die Messung nur bei größeren Spulen ausführen, da J_2 bei größeren Spulenabständen zu klein wird, doch läßt sich durch Benutzung eines Lichtbogengenerators und Verwendung ungedämpfter Schwingungen J_2 wegen des großen Wertes von ω und damit auch von ωM leicht auf eine gut meßbare Größe bringen, so daß auch noch die gegenseitige Induktion von einfachen Drahtringen und Spulen mit wenig Windungen auf größere Entfernungen bestimmt werden kann.

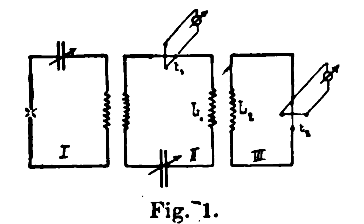


Fig. 1.

Zur Ausführung der Messung wird, wie das Schaltungsschema (Fig. 1) zeigt, L_1 in einen Schwingungskreis (II) geschaltet, der von einem Lichtbogenkreis erregt wird und mit demselben verschieden stark gekoppelt werden kann, so daß eine Variation von J_1 möglich ist. Durch Resonanzeinstellung von L_1 läßt sich die Wellenlänge und damit die Frequenz der Schwingung bestimmen. In Kreis II ist ferner ein Thermoelement (t_1) für stärkere Ströme eingeschaltet, während L_2 durch ein Vakuumthermoelement (t_2) kurzgeschlossen wird. Man muß die beiden Thermoelemente und Galvanometer so wählen, daß beide Systeme möglichst gleiche Trägheit der Einstellung besitzen, da sonst infolge des nicht ganz zu vermeidenden Schwankens der Lichtbogenenergie

falsche Werte abgelesen werden können. Beim Schwanken der Frequenz ist Kreis I nachzuregulieren.

Es wurde nach obigem Verfahren die gegenseitige Induktion verschiedener Spulen bestimmt und die erhaltenen Werte entweder durch Nachprüfung in der Brücke — bei größeren Spulen — oder mittels des Wellenmessers kontrolliert. Es zeigte sich eine gute Übereinstimmung in den Resultaten der nach den verschiedenen Methoden ausgeführten Messungen und waren die einzelnen Werte der nach der beschriebenen Methode ausgeführten Bestimmungen innerhalb einer geringen Fehlergrenze konstant. Die Bestimmung der Selbstinduktionen kleineren Betrages wurde durch Einschalten der Spulen in einen geeichten Schwingungskreis vorgenommen.

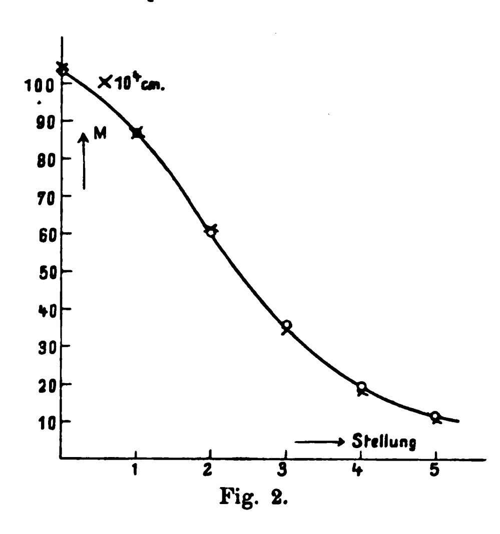


Fig. 2.

Die Ausmessung eines größeren verschiebbaren Spulenpaares von

$$L_1 = 204 \cdot 10^4 \text{ cm} \qquad w_1 = 1{,}046\ \Omega$$
$$L_2 = 122 \cdot 10^4 \text{ cm} \qquad w_2 = 0{,}804\ \Omega$$

aus Litzendraht, welche sich noch mit technischen Wechselströmen von der Frequenz $p = 55/\text{sec}$ ausführen ließ, ergab nebenstehende Kurve (Fig. 2). In derselben sind die durch die Methode erhaltenen Werte als Kreise, die mittels der Brücke und Vergleichung mit einem Selbstinduktionsnormal ermittelten als Kreuze eingezeichnet.

Es wurde ferner die gegenseitige Induktion kleinerer Spulen bestimmt.

1. 2 Spulen von je 4 Windungen
   $L_1 = 4820$ cm
   $L_2 = 4320$ cm (Kurve 1 Fig. 3).
2. 1 Ring von einer Windung gegen Spule von 6 Windungen
   $L_1 = 300$ cm
   $L_2 = 10700$ cm (Kurve 2 Fig. 3)

In den Kurven Fig. 3 sind die mittels der Methode erhaltenen Punkte als Kreise, die in Kurve 2 mittels der Wellenmeßmethode erhaltenen Werte als Kreuze eingezeichnet.

In Fig. 2 ergibt sich völlige Übereinstimmung der nach beiden Methoden erhaltenen Werte und ist dieselbe auch in Fig. 3 gewahrt.

Es wurde Kurve 1 mit $n = 3{,}05 \cdot 10^5$/sec $\lambda = 980$ m, Kurve 2 mit $n = 2{,}01 \cdot 10^5$/sec $\lambda = 1490$ m aufgenommen.

Mittels der Wellenmessermethode war es möglich die Messung im Falle 1 bis auf 11,5 cm Spulenabstand durchzuführen, während dies

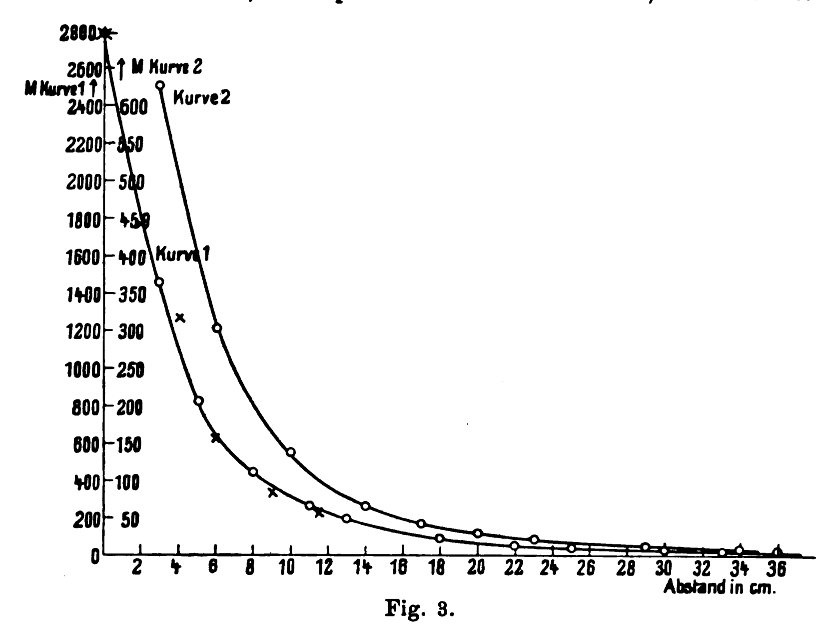


Fig. 3.

bei der beschriebenen Methode bis auf 36 cm Abstand möglich war. Dabei war bei der benutzten Frequenz der sekundäre Strom noch 2,0 M. A. der sich also noch gut mit Vakuumthermoelement (nach Voege) messen läßt. Bei Kurve 2 waren die entsprechenden Abstände 14 resp. 33 cm Strom sek. 1,1 M. A.

Ein ähnliches auf Messung der sekundären Spannung vermittels eines Elektrometers beruhendes Verfahren ist, wie nach Abschluß dieser Arbeit gefunden wurde, schon früher angegeben worden [1]). Es ist aber zu beachten, daß durch Hinzufügung der Elektrometerkapazität und

1) Heinke, Elektrot. Ztschr. 1907, S. 913.

der Zuleitungen zum Elektrometer, besonders bei der Messung der gegenseitigen Induktion einfacher Drahtringe Korrektionen nötig werden, während ein Thermoelement sich direkt an die Enden der Spule oder des Ringes anschließen läßt und bei geeigneter Form keine großen zusätzlichen Beträge von Selbstinduktion und Kapazität liefert. Andererseits ist aber die Methode der Strommessung mit Vakuumthermoelement empfindlicher wie die der Spannungsmessung mit dem Elektrometer. Es läßt sich mit einem Elektrometer bei 2 m Abstand zwischen Skala und Spiegel in Doppelschaltung noch 0,1 Volt pro 1 mm Skalenteil messen, während beim Vakuumthermoelement noch 10^{-5}—10^{-4} Amp. gut meßbar sind[1]).

Betrachtet man beispielsweise das in Kurve 1 Fig. 3 benutzte Ringpaar von je 4 Windungen, so ergeben sich für den weitesten Abstand von 36 cm die Versuchsdaten

$$\begin{aligned} J_{\text{prim}} &= 1{,}23 \text{ Amp.} \\ J_{\text{sec}} &= 0{,}0023 \text{ Amp.} \\ M &= 14{,}4 \cdot 10^{-9} \text{ Henry} \\ \omega &= 1{,}91 \cdot 10^{6} \end{aligned}$$

Errechnet man die Spannung die sekundär für die Elektrometermessung zur Verfügung stehen würde überschläglich nach der Formel

$$E_{\text{sec}} = \omega\, E_{\text{prim}} \cdot M$$

so ergibt sich $E_{\text{sec}} = 0{,}0338$ Volt, d. h. diese Spannung würde noch nicht zur Messung mittels eines Elektrometers in Wechselstromschaltung ausreichen. Erst bei 18 cm Abstand, d. h. bei dem halben Abstand würde eine zur Messung ausreichende Spannung von 0,2 Volt zur Verfügung stehen.

Es ist aber andererseits zu berücksichtigen, daß durch das Thermoelement verhältnismäßig mehr Energie verbraucht wird wie durch das Elektrometer. Es wird aber dann bekannterweise nicht der ganze in der Formel in Frage kommende Primärstrom zur Erzeugung des Feldes für M allein benutzt, sondern dieser hat bei größeren Stromstärken sekundär auch die sekundäre Leistung zu liefern, wodurch dann nicht mehr ideelle Werte[2]) von M gemessen werden.

Es muß also bei kleinen Spulenabständen der sekundäre Strom künstlich klein gehalten werden, was sich durch Einschaltung von

---

1) Zenneck, Leitfaden d. drahtlosen Tel. S. 72.
2) Siehe Heinke, Elektrot. Ztschr. 1907, S. 915.

Widerständen oder durch geringere Schwingungszahlen und durch die damit verknüpfte Verkleinerung von ω erreichen läßt.

Die Methode eignet sich also speziell für weitere Abstände der Spulen eines Spulenpaares, wo kleine Werte von M in Frage kommen und damit die sekundäre Leistung klein bleibt.

(Eingesandt 20. September 1911.)

Untersuchung der Schwingungsvorgänge des Lichtbogengenerators.

Von **Karl Ort.**

Der Schwingungsvorgang eines Lichtbogengenerators ist keineswegs ein rein sinusförmiger. In der drahtlosen Telegraphie mittels der durch Lichtbogengenerator erzeugten ungedämpften Schwingungen kommen bekanntlich die Schwingungen zweiter Art[1]) zur Anwendung. Ihre Stromkurve läßt sich in zwei Teile zerlegen; während des ersten Teiles brennt der Lichtbogen und der Kondensator entladet sich nach einer annähernd sinusförmigen Kurve, während des zweiten Teiles ist der Lichtbogen erloschen und der Kondensator ladet sich mit konstanter Stromstärke. Die oscillographischen Aufnahmen dieser Schwingungsvorgänge von Blondel und anderen (Simon, Duddell) beziehen sich ausschließlich auf hörbare Frequenzen, da die Eigenfrequenz des schwingenden Systemes der benutzten Oszillographen nicht über 10000/sec gesteigert werden kann[2]). Vielfach wurde zur Aufnahme der Kurven bei höheren Frequenzen die Braunsche Röhre benutzt[3]); die Auflösung muß dabei aber mittels rotierenden Spiegels erfolgen. Infolgedessen ist die Frequenz, bei der sich die Kurven noch zerlegen lassen, durch die Umdrehungszahl des Spiegels und durch die Lichtschwäche des Bildes ebenfalls bei einigen Zehntausend Perioden begrenzt. Dasselbe gilt von den Aufnahmen mittels der Glimmlicht-Oszillographenröhre. Eine experimentelle Nachprüfung der Theorie

1) K. W. Wagner, Der Lichtbogen als Wechselstromerzeuger, Dissertation Göttingen 1910, Barkhausen, Das Problem der Schwingungserzeugung, Leipzig 1907, A. Blondel, L'éclairage électrique 44, 41—42, 81—103, 1905.

2) Nach der Broschüre der Cambridge Scientific Instrument Co.

3) S. Subkis, Doktordissertation, Braunschweig 1910 (vgl. Jahrb. 5, Heft 5 u. 6, 1912).



des Schwingungsvorganges bei den in der drahtlosen Telegraphie üblichen Frequenzen war infolgedessen mit diesen Mitteln nicht möglich.

Diese Lücke soll einigermaßen durch die vorliegende Arbeit ausgefüllt werden, bei der nach dem Vorschlage von Dr. H. Hausrath[1]) die Auflösung der untersuchten Kurven direkt auf dem Schirme der Braunschen Röhre mit Hilfe eines Sinusstromes oder einer Sinusspannung gleicher Frequenz erfolgte. Es wurden dadurch stehende Lissajousche Figuren erhalten. Diese lassen sich bei jeder Frequenz gut photographieren, da ihre Lichtstärke von der Frequenz unabhängig ist. Aus den so erhaltenen Figuren läßt sich der zeitliche Verlauf durch ein einfaches graphisches Verfahren bestimmen.

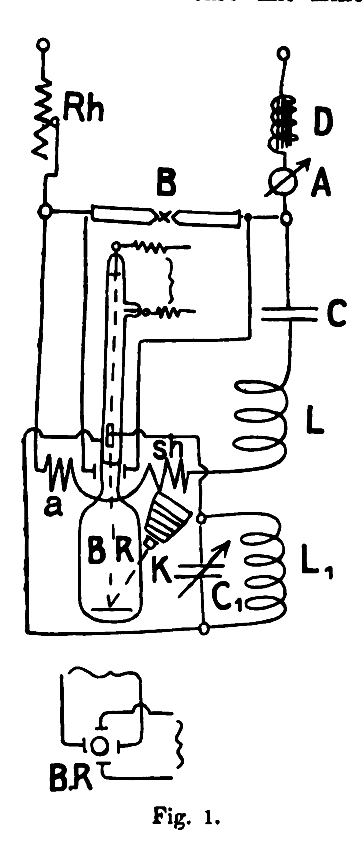


Fig. 1.

Die sinusförmige Hilfsspannung wurde einem Hilfskreise mit großer Selbstinduktion L_1 und kleiner Kapazität C_1 entnommen, der mit dem Generatorkreis in loser Koppelung stand (Fig. 1) und auf die Grundharmonische des Generatorkreises abgestimmt war[2]). Die Spannung e_h am Kondensator C_1 und der Strom i_h im Schwingungskreise L_1 C_1 sind rein sinusförmig; wir können eine dieser Größen mit der unbekannten des Generatorkreises zu einer Lissajouschen Figur auf dem Schirme der Braunschen Röhre zusammensetzen. Die Kombination der Spannung und des Stromes des Hilfskreises ergibt eine genaue Ellipse oder genauen Kreis, was beweist, daß beide Größen sinusförmig verlaufen.

Bei meinen Untersuchungen habe ich meistens die Sinusspannung benutzt, da ich dadurch größere Ablenkungen bei weit geringerer Koppe-

1) H. Hausrath, Phys. Ztschr. 12, 1044, 1911. (Referat s. vorliegendes Heft des Jahrbuches S. 185.)

2) Sog. Schwungradkreis der von W. Hahnemann und O. Scheller herrührt.

lung des Hilfskreises erhielt. Die Aufnahmen mit Hilfe des Sinusstromes habe ich nur der Kontrolle halber gelegentlich ausgeführt. Die photographischen Aufnahmen wurden mit einer Kamera und lichtstarkem Objektiv $f:4{,}5$ auf Lumières hochempfindlichen Platten „violett Etikett" 6 × 9 cm gemacht, bei der aus Fig. 1 ersichtlichen Stellung der Kamera. Die Expositionsdauer betrug je nach der Lichtstärke der Kurve 2—3 Minuten, wobei man die Kurven genügend konstant halten konnte. Die reproduzierten Kurvenbilder sind dadurch

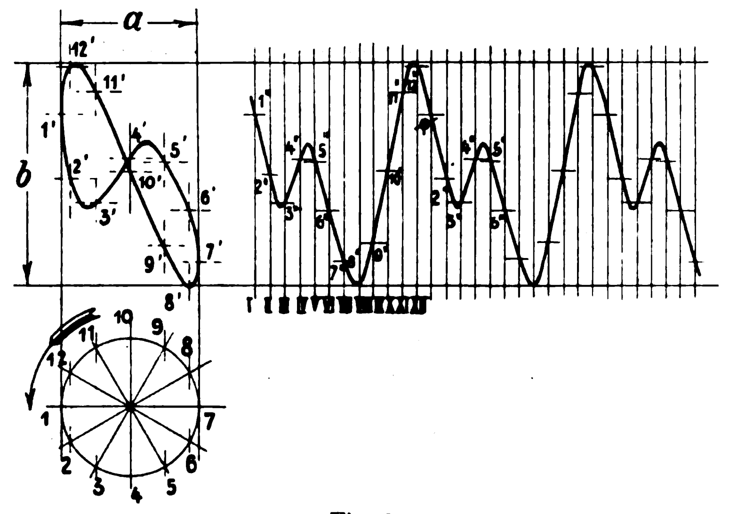


Fig. 2.

erhalten, daß in die Negative die Mittellinie der vom Luminiszenzfleck beschriebenen Kurve eingezeichnet und diese durchgepaust wurde.

Das graphische Verfahren, das ich benutzt habe, um den zeitlichen Verlauf der Kurven zu ermitteln, sei an Hand der Fig. 2 erläutert. Diese stellt die Spannungskurve in einem angekoppelten Sekundärkreise dar, wenn dieser beinahe auf die zweite harmonische des Generatorkreises abgestimmt ist. Die ganze Figur zerlegen wir in 12 gleiche Zeitabschnitte. Da die horizontale Abszisse die sinusförmige Hilfsspannung bedeutet, zeichnen wir einen Kreis mit der Amplitude a als Durchmesser, den wir in 12 gleiche Abschnitte (1, 2, 3 . . .) teilen, die den Zeitabschnitten entsprechen. Nun übertragen wir die einzelnen Punkte (1, 2, 3 . . .) durch vertikale Projektion auf die Lissajousche Figur (1′, 2′, 3′ . . .). Die Punkte (1′, 2′, 3′ . . .) werden nun durch horizontale Projektion an Ordinaten I, II, III . . ., die in gleicher Ent-

fernung gezeichnet sind, übertragen. Durch Verbinden der so erhaltenen Punkte (1″, 2″, 3″ . . .) erhalten wir die gesuchte Kurve. Es läßt sich wohl einwenden, daß bei diesem Verfahren diejenige Kurventeile, die der Zeit der Umkehr der Sinusschwingung entsprechen weniger genau bestimmt sind. Das läßt sich jedoch dadurch umgehen, daß man dieselbe Größe einmal mit der Sinusspannung, ein andermal mit dem Sinus-

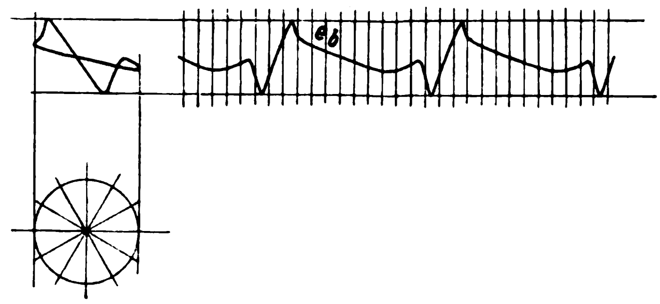


Fig. 3.

strom auf dem Schirme der Braunschen Röhre kombiniert. Weniger genaue Teile der einen Kurve entsprechen den genauen der anderen. Solche Aufnahmen werden wir später sehen.

Die vorliegende Arbeit soll keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen, da wichtige Untersuchungen, wie die des Einflusses der

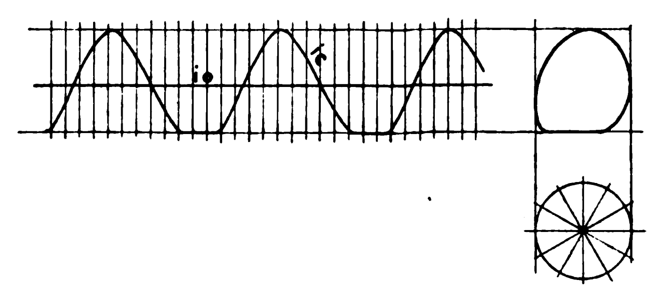


Fig. 4.

Koppelung bei ungedämpften Schwingungen, und der Rückwirkung des Sekundärkreises auf den Generatorkreis mit dem von mir selbst gebauten Lichtbogengenerator nicht durchgeführt werden konnten. Jedoch dürfte die durch die Aufnahmen erbrachte experimentelle Bestätigung von Interesse sein, daß die Theorie der Hochfrequenzerzeugung mittels Lichtbogens auch bei den in der drahtlosen Telegraphie üblichen Frequenzen übereinstimmt.

Der benutzte Lichtbogengenerator bestand aus vier Kupferkohlebogen in Serie, wobei die Kupferanode durch Wasser gekühlt wurde. Die Bogen brannten in einer Atmosphäre von Wasser- und Spiritus-

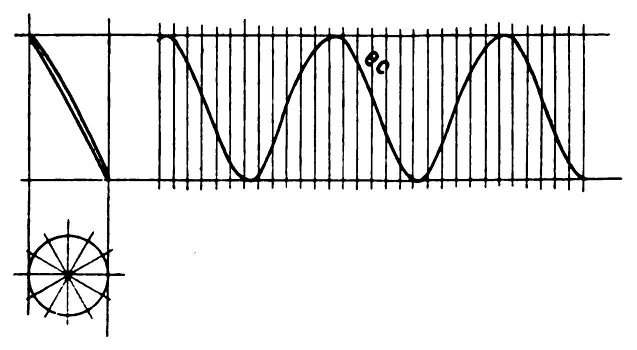


Fig. 5.

dampf[1]), welche nicht explosiv war. Die Betriebsspannung betrug 220 Volt und wurde durch eine Akkumulatorenbatterie geliefert. Die Braunsche Röhre wurde durch ein Induktorium und eine Gleichrichter-

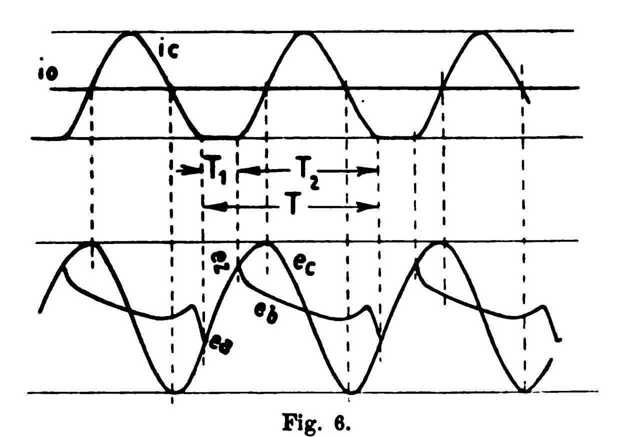


Fig. 6.

anordnung in der von H. Hausrath[2]) angegebenen Weise betrieben. Die Stromablenkung erfolgte durch zwei Spulen, die Spannungsablenkung durch zwei Paare von außen angebrachten Platten. Um die Wirbel-

1) Nach einem Vorschlage von J. Rieger.
2) H. Hausrath, l. c.

ströme in denselben zu vermeiden[1]), wurden schmale und zickzackförmig zerschnittene Streifen aus Goldschlag auf Holzklötze geklebt.

Zunächst habe ich Untersuchungen angestellt, wenn dem Lichtbogengenerator weder Energie entzogen wurde noch mit ihm ein anderer sekundärer Schwingungskreis gekoppelt war. Die Kapazität des Generatorkreises betrug 0,01173 MF., die Selbstinduktion 84100 cm,

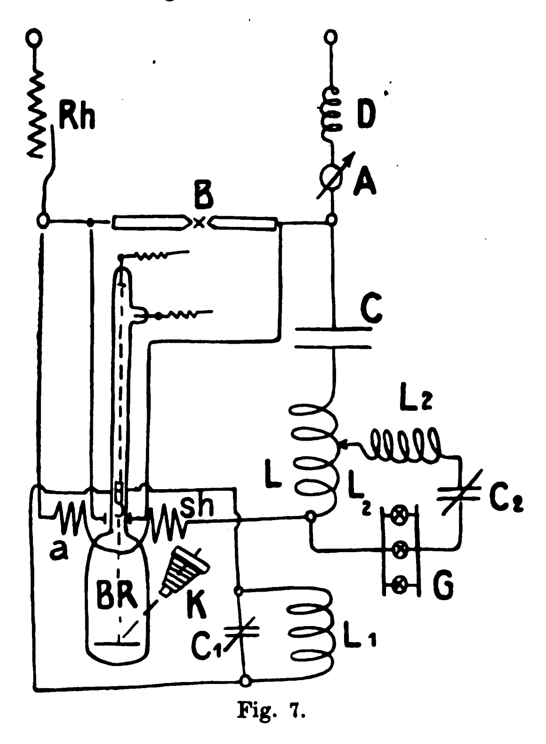


Fig. 7.

so daß die Wellenlänge $\lambda_0 = 6\pi\sqrt{LC} = 1880$ m war. Die tatsächliche, mittels Wellenmessers in schwacher Koppelung gemessene betrug 2020 m bei einer mittleren Lampenspannung $E = 100$ Volt und $I_0 = 3$ Amp.

Die erhaltenen Lissajouschen Figuren der Lampenspannung, des Kondensatorstromes und der Kondensatorspannung sind in den Fig. 3—5 gezeichnet und dem zeitlichen Verlaufe nach konstruiert. Alle diese Kurven wurden mit Hilfe der Sinusspannung aufgenommen. Der gleichzeitige Verlauf dieser drei Kurven ist in Fig. 6 dargestellt. Der

1) Barkhausen, Jahrb. 1, 244, 1907.

zeitliche Zusammenhang zwischen Kondensatorstrom und Lampenspannung wurde durch Aufnahme der dynamischen Charakteristik[1]) bestimmt. Wir sehen aus der Fig. 6, daß die Kurven fast vollkommen mit den von Barkhausen[2]) theoretisch entwickelten übereinstimmen.

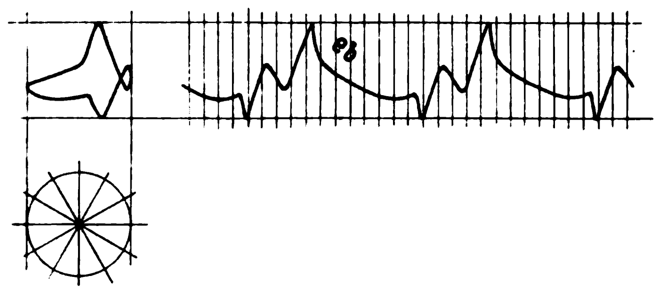


Fig. 8.

Die ganze Periode T läßt sich in zwei T_1 und T_2 zerlegen. Während der Periode T_1 ist der Lichtbogen erloschen, Kapazität ladet sich mit konstanter Stromstärke io auf, und Lampenspannung fällt mit der Kondensatorspannung zusammen (zwischen dem Auslöschpunkt ea und

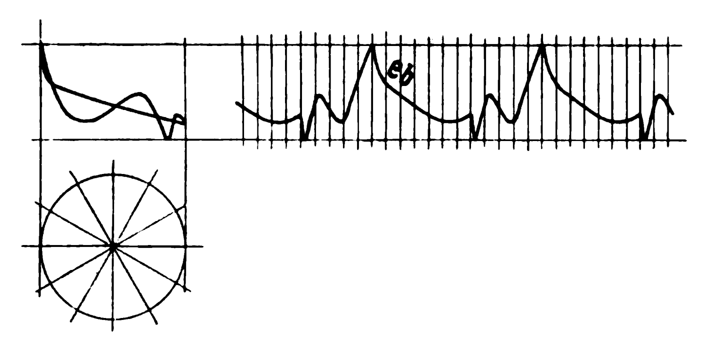


Fig. 9.

Zündpunkt ez). In der Periode T_2 brennt der Lichtbogen, der Kondensator entladet sich über ihn annähernd nach einer Sinuskurve (io). Die Lampenspannung auf eb sinkt vom Punkte ez nach der gezeichneten Kurve, um kurz vor dem Erlöschen des Lichtbogens wieder etwas anzusteigen. Die Auslöschspannung liegt infolge der geringen Dämpfung ziemlich tief, entsprechend den von Bark-

1) Barkhausen, Das Problem der Schwingungserzeugung S. 72.

2) Barkhausen, l. c. S. 73 u. 78.

hausen[1]) theoretisch entwickelten Kurven. Die Kondensatorspannung verläuft annähernd nach einer Sinuskurve, deren Umkehrpunkte den Schnittpunkten *io* mit *ic* entsprechen. Die Größe des Speisegleich-

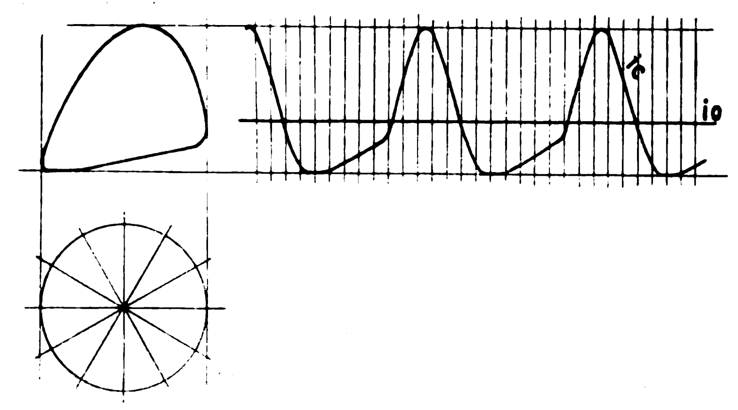


Fig. 10.

stromes *io* bleibt während des Vorganges annähernd konstant. Das habe ich dadurch bewiesen, daß ich den Lichtstrahl der Braunschen Röhre einmal durch den Speisestrom und senkrecht dazu durch Sinus-

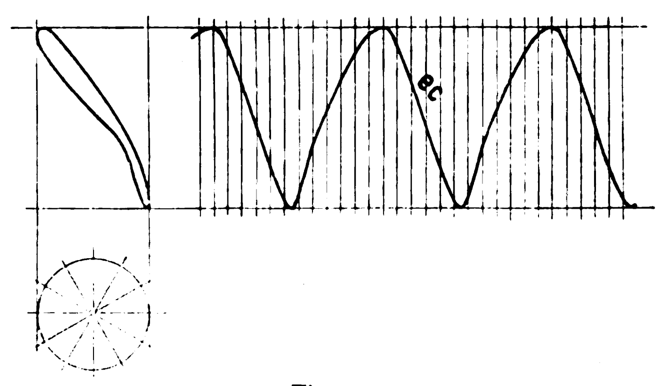


Fig. 11.

spannung abgelenkt habe. Ich erhielt dann eine senkrechte Linie, die vom Nullpunkt nach links verschoben wurde.

Eine eingehendere Untersuchung über die Änderung dieser Kurven

1) Barkhausen, l. c. und Jahrb. 1, 250.

bei verschiedenen $L\,C$, verschiedenen Materialien der Bogenelektroden und verschiedenen Gasen, in denen der Lichtbogen brennt, konnte leider wegen Zeitmangel nicht angestellt werden.

Ich untersuchte ferner den Fall, daß dem Generatorkreise ein sekundärer Resonanzkreis angekoppelt ist und demselben Energie entzogen wird. Ich wählte dabei einen direkt gekoppelten Kreis $L_2' \, L_2 \, C_2$ (Fig. 7) mit ziemlich starker Koppelung. Da die primäre Selbst-

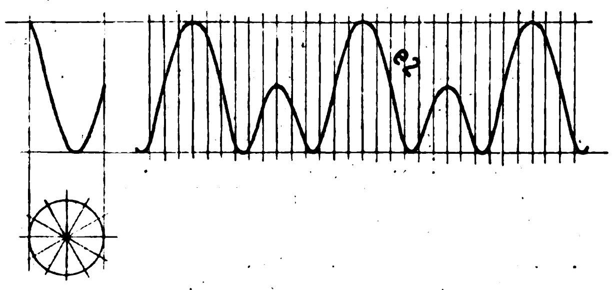


Fig. 12.

induktion $L = 84\,000$ cm, die gesamte sekundäre Selbstinduktion $L_2 + L_2' = 288\,000$ cm und die Koppelungsselbstinduktion $L_2' = 53\,700$ cm betrug, so war der Koppelungskoeffizient

$$K = \frac{L_2'}{\sqrt{L \cdot (L_2 + L_2')}} = 0{,}35$$

Zunächst wurde weder dem einen noch dem anderen Kreise Energie entzogen. Ich stimmte den Sekundärkreis auf die Grundharmonische des Generatorkreises ab mit Hilfe des variablen Kondensators C_2. Es erfolgte wohl eine Änderung des Schwingungsvorganges im Generatorkreise, jedoch behielten die charakteristischen Kurven der Fig. 3—5 annähernd ihre Gestalt. Die Untersuchung im Sekundärkreise ergab, daß es sich um annähernd sinusförmige nach der Art der Fig. 4 etwas verzerrte Kurven handelt. Ich konnte jedoch diese Kurven nicht photographieren, da sie sehr unruhig waren, und zog es vor, die Rückwirkung in einem Falle zu untersuchen, bei dem der Sekundärkreis auf die 2te Harmonische das Generatorkreises abgestimmt war. Überaus interessant war es zu beobachten, wie sich die Kurven beim Verschieben des Kondensators C_2 allmählich änderten, bis sie plötzlich in die Formen der Fig. 8—14 sprangen. Es wird vielleicht von Interesse sein, eine merkwürdige Beobachtung mitzuteilen. Die Stromstärke im Generatorkreis betrug bei allen diesen Versuchen

9*

$i_0 = 8$ Amp., die Lampenspannung $E = 100$ Volt und die gemessene Wellenlänge $\lambda_0 = 2020$ m. Wenn mit Hilfe des Kondensators C_2 die Wellenlänge des Sekundärkreises allmählich geändert wurde, so stieg plötzlich die Stromstärke im Primärkreise auf $i_0 = 3,8$ Amp. und zugleich ist die Lampenspannung etwas gesunken, wenn genaue Resonanz mit der zweiten Harmonischen des Grundkreises erreicht wurde. Am Vorschaltwiderstand und der Bogenlänge habe ich dabei nichts geändert. Die Wellenlänge blieb fast unverändert $\lambda_0 = 2025$ m, im Sekundärkreise war sie $\lambda_2 = 1015$ m. Dieser Fall, bei dem die Rückwirkung besonders ausgeprägt ist und der die gute Anwendbarkeit der besprochenen Methode darstellt, wurde genau untersucht.

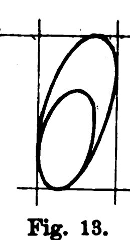


Fig. 13.

Die Form der Spannungskurve am Lichtbogen ist in den Fig. 8 u. 9 dargestellt. Diese Kurve habe ich zur Kontrolle einmal mit dem Sinusstrom (Fig. 8), ein andermal mit der Sinusspannung (Fig. 9) zu einer Lissajouschen Figur zusammengesetzt. Wir sehen, daß beide Figuren gut übereinstimmen und daß sich durch deren Kombination alle Teile

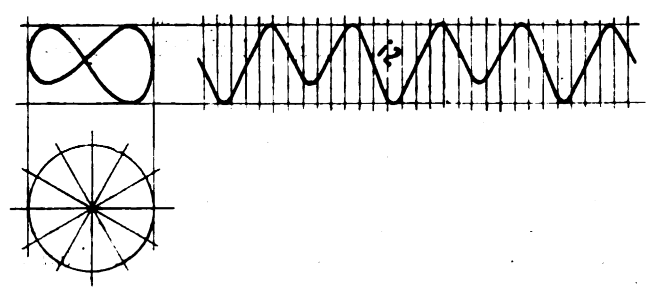


Fig. 14.

mit Sicherheit erkennen lassen. Fig. 10 gibt uns den Verlauf des Kondensatorstromes, Fig. 11 den der Kondensatorspannung an. In den Fig. 12 u. 14 sind die sekundäre Spannungs- und Stromkurve dargestellt, deren Zusammenhang aus ihrer Kombination (Fig. 13) bestimmt wurde. In der Fig. 15 sind alle Kurven nach ihrem zeitlichen Verlauf gezeichnet. Wir sehen, daß durch die Rückwirkung des Sekundärkreises in erster Linie die Lichtbogenspannung und der Kondensatorstrom geändert werden. Der Lichtbogen erlischt vollkommen nur eine sehr kurze Zeit T_1', während welcher die Lichtbogenspannung e_b auch tatsächlich mit der Kondensatorspannung e_c zwischen den Punkten e_a und e_{1s} zusammenfällt. Ist die Spannung e_{1s} erreicht, so zündet der

Lichtbogen frühzeitig, infolge der Rückwirkung des Sekundärkreises, und der Strom im Lichtbogen steigt während der Zeit T_1'' langsam an. Die Spannung am Lichtbogen fällt im ersten Augenblicke vom Punkte e_{1z} etwas ab, um dann wieder bis zum Punkte e_{2z} anzusteigen. Dabei ist die eigentliche Zündspannung erreicht und der Kondensator

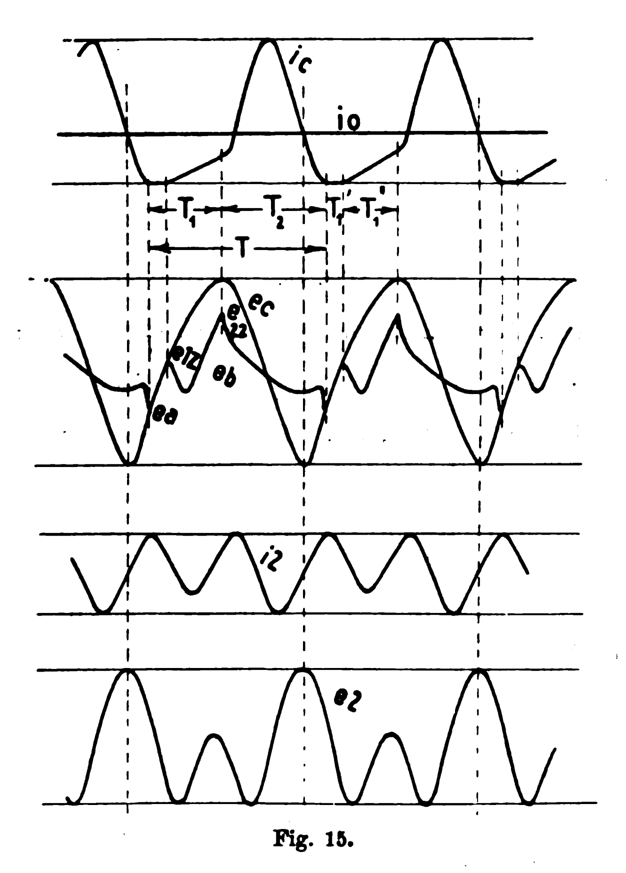


Fig. 15.

entladet sich während der Zeit T_2 über den Lichtbogen nach einer annähernd sinusförmigen Kurve. Wir können in diesem Falle also die Auslöschzeit T_1 der Fig. 6 in zwei Teile T_1' und T_1'' zerlegen. Der Schwingungsvorgang im Sekundärkreise ist auch kein rein sinusförmiger, obwohl die sekundäre Eigenwellenlänge genau die Hälfte der primären ist. Wir haben vielmehr ein Anschwellen während der Entladezeit T_2 des Primärkreises, wobei Energie in den Sekundärkreis

übertragen wird und ein freies Ausschwingen während der Auslöschzeit T_1; dabei wirkt der Sekundärkreis auf den Generatorkreis zurück in der Weise wie wir es festgestellt haben.

Derselbe Fall wurde noch einmal untersucht, wenn aber dem Sekundärkreise Energie durch Einschalten von Glühlampen G (Fig. 7)

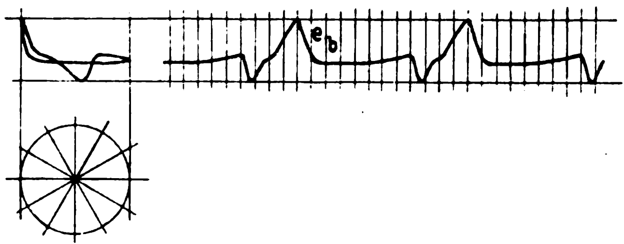


Fig. 16.

entzogen wurde. Ihr Gesamtwiderstand betrug $r = 64{,}6$ Ohm; infolgedessen war die zusätzliche Dämpfung $\Delta\,\delta = \pi\, r \sqrt{\frac{C}{L}} = 0{,}04$ ($C = 0{,}0011$ MF.; $L = 283{,}000$). Die erhaltenen Kurven sind in

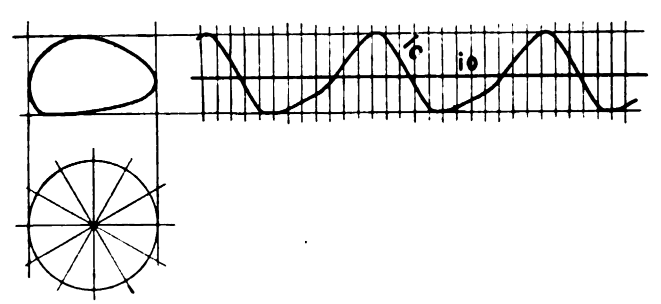


Fig. 17.

Fig. 16—19 dargestellt und aufgelöst. Es wurde noch die Kurve Fig. 20 aufgenommen, bei der die Sekundärspannung als Ordinate, der Kondensatorstrom als Abszisse benutzt ist. Diese Kurve bestimmt uns den Zusammenhang zwischen den Kurven des Primär- und Sekundärkreises. (Eine ähnliche Kurve wurde auch im vorigen Falle aufgenommen.) Die Zusammenstellung der Kurven ihrem zeitlichen Verlaufe nach zeigt die Fig. 21. Die Kurven des Kondensatorstromes und der Bogenspannung ähneln denjenigen des vorigen Falles, nur ist die Rückwirkung infolge der erhöhten Dämpfung nicht so ausgeprägt. Die

Periode T können wir wieder in die Auslöschperiode T_1 und Brennperiode T_2 zerlegen. Die vollständige Auslöschung dauert nur eine kurze Zeit T_1'; während T_1'' brennt wieder der Bogen und seine Stromstärke steigt langsam an. Gleichzeitig steigt die Bogenspannung

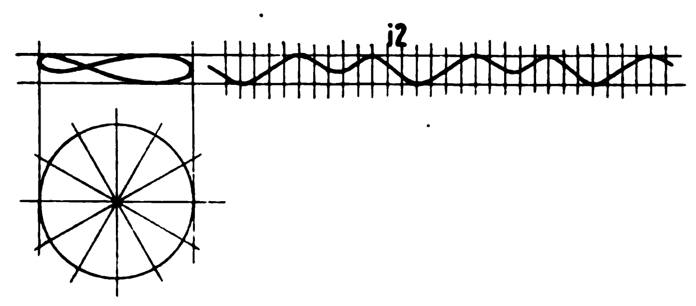


Fig. 18.

von e_{1z} bis zu e_{2z}, der eigentlichen Zündspannung. Die Kondensatorspannung e_c bleibt unverändert gegenüber dem vorigen Falle. Im Sekundärkreise ist der Einfluß der eingeprägten Schwingung (Grundharmonische des Generatorkreises) mehr ausgeprägt, das freie Ausschwingen während der Auslöschzeit ziemlich abgedämpft.

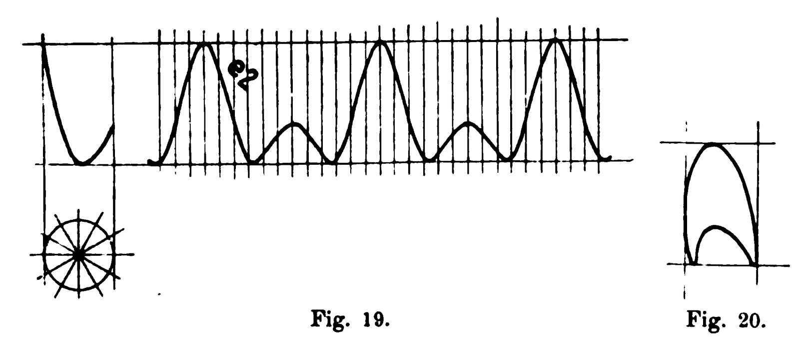


Fig. 19. Fig. 20.

Ein weiteres und eingehenderes Studium dieser Vorgänge bei Koppelung war mir nicht möglich. Einerseits stand mir kein kommerzieller Lichtbogengenerator, dem größere Energiebeträge hätten entzogen werden können, zur Verfügung, andererseits ließ die benutzte Braunsche Röhre viel zu wünschen übrig, besonders was die Schärfe der Bilder anlangt[1]. Jedenfalls ist aber gezeigt worden, daß

1) Wegen der zweckmäßigsten Röhrenkonstruktionen und Hilfsmittel sei auf die Monographie verwiesen: H. Hausrath, Apparate und Verfahren

die benutzte Methode sich gut zur Untersuchung von andauernden Hochfrequenzschwingungen eignet also in erster Linie solcher die vom Lichtbogengenerator oder einer Hochfrequenzmaschine erzeugt werden.

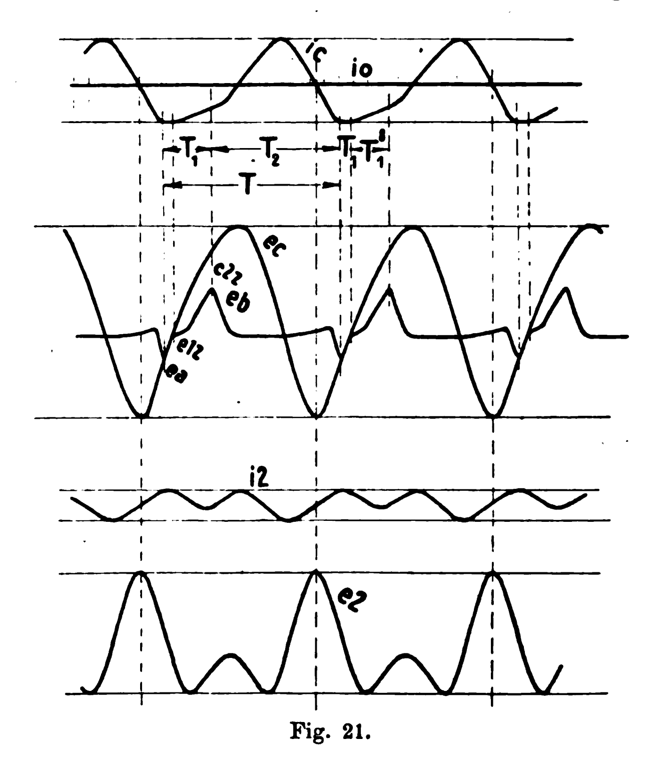


Fig. 21.

Die vorliegende Arbeit wurde im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule zu Karlsruhe ausgeführt und es ist meine angenehme Pflicht Herrn Dr. H. Hausrath für seine Ratschläge und Unterstützung bei der Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

---

zur Aufnahme von Wechselstromkurven und elektrischen Schwingungen, Leipzig, Hachmeister & Thal, 1912 (Sonderabdruck aus Helios).

(Eingesandt 1. April 1912.)

Magnetische Untersuchungen im Hochfrequenzkreis.

Von **H. Fassbender** und **E. Hupka.**

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

1. Definition und Bestimmung der Permeabilität.

Die magnetische Permeabilität wird definiert durch die Gleichung $\mu = \frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{H}}$, wo $\mathfrak{H}$ die magnetische Feldstärke und $\mathfrak{B}$ die zugehörige Induktion bedeutet. Diese Definition führt bei jedem magnetischen Kreisprozeß zu Schwierigkeiten; denn man erhält infolge der Hysteresis für jedes $\mathfrak{H}$ zwei $\mathfrak{B}$-Werte, je einen auf dem aufsteigenden und absteigenden Ast der Hysteresiskurve. Diese beiden Werte der Permeabilität entsprechen der gewählten Feldstärke nur bei dem gerade herausgegriffenen Kreisprozeß, der durch seine ganz bestimmte Maximalinduktion charakterisiert ist. Wird der Kreisprozeß bis zu einem anderen Wert der maximalen Induktion geführt, so entsprechen demselben $\mathfrak{H}$ zwei andere Werte der Permeabilität. Hieraus ergibt sich ein unendlich vieldeutiger Wert von μ. Setzt man fest, daß die Permeabilitätswerte der mindestens bis zur Sättigung durchlaufenen Magnetisierungskurve entnommen werden, so erhält man für jedes $\mathfrak{H}$ allerdings nicht mehr unendlich viele, aber doch noch zwei Werte, je einen auf dem aufsteigenden und absteigenden Ast. Hiervon abgesehen wird für $\mathfrak{H} = 0$ wegen der endlichen Remanenz μ unendlich. Die Permeabilität verliert somit für $\mathfrak{H} = 0$ jede physikalische Bedeutung. Allen diesen Schwierigkeiten entgeht man bei Gleichstrom durch die Festsetzung, daß die Permeabilitätswerte der jungfräulichen Kurve zu entnehmen sind.

Bei dynamischer Magnetisierung, d. h. bei Magnetisierung durch ein Wechselfeld, kann man naturgemäß von einer jungfräulichen Kurve nicht sprechen. Man ist also genötigt, bei Wechselstrom eine neue Definition der Permeabilität einzuführen. Als solche hat man die Definition $\mu = \frac{d\,\mathfrak{B}}{d\,\mathfrak{H}}$ vorgeschlagen. Hiernach erhält man zwar durchweg endliche Werte, aber für jedes $\mathfrak{H}$ zwei verschiedene. Außerdem gibt diese Definition für ein bestimmtes $\mathfrak{H}$ nur die Neigung der Induktionskurve. Um den absoluten Betrag der Induktion zu erhalten, muß man die Permeabilitätskurve integrieren. Man erhält also die für die Praxis wichtige Größe der Induktion nicht unmittelbar.

Ein weiterer Vorschlag geht dahin, bei dynamischer Magnetisierung eine effektive Permeabilität einzuführen, also $\widetilde{\mu}$ durch die Gleichung zu definieren $\widetilde{\mu} = \frac{\widetilde{\mathfrak{B}}}{\widetilde{\mathfrak{H}}}$. In dieser Gleichung bedeutet $\widetilde{\mathfrak{H}}$ den dynamometrischen Mittelwert $\sqrt{\mathfrak{M}(\mathfrak{H}^2)}$ und $\widetilde{\mathfrak{B}}$ den dynamometrischen Mittelwert $\sqrt{\mathfrak{M}(\mathfrak{B}^2)}$; $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{B}$ sind die Momentanwerte der Feldstärke bzw. Induktion im Ferricum während eines Zyklus. Der Zusammenhang zwischen der Feldstärke und dem dieselbe erzeugenden Strom i ist im allgemeinen analytisch nicht ohne weiteres angebbar. Nur in zwei ausgezeichneten Fällen läßt sich der funktionale Zusammenhang zwischen beiden Größen mathematisch exakt ausdrücken, nämlich für den Fall eines Rotationsellipsoids im Innern einer gleichmäßig bewickelten Spule und für den Fall des gleichmäßig bewickelten streuungslosen Ringes.

Um die mathematische Darstellung zu vereinfachen, wählen wir den zweiten Fall. Für die folgenden Überlegungen wird das Bestehen des quasistationären Zustandes vorausgesetzt, d. h. die Länge der auftretenden Welle ist groß im Vergleich zur Länge des Leitergebildes. Alsdann ist

$$\mathfrak{H} = \frac{4\pi N \cdot i}{l} \tag{1}$$

wo N die Anzahl der Windungen der Wickelung, i die Stromstärke und l die Länge des Kraftlinienweges im Ferricum ist. Man kann also setzen $\mathfrak{H} = A \cdot i$. Hieraus folgt

$$\widetilde{\mathfrak{H}} = \sqrt{\mathfrak{M}(A\,i)^2} = A\sqrt{\mathfrak{M}(i)^2} = A \cdot \widetilde{i}$$

Der Effektivwert $\widetilde{\mathfrak{B}}$ berechnet sich in folgender Weise: Die Grundgleichung der Elektrodynamik lautet $e = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$. Hierin bedeutet N die Anzahl der Stromwindungen, Φ den Induktionsfluß und e die in der Wickelung induzierte E. M. K. Der galvanometrische Mittelwert e_g der E. M. K. ist

$$e_g = \frac{1}{\tau/2} \cdot \int_0^{\tau/2} e \cdot dt = -N \cdot \frac{1}{\tau/2}\int_0^{\tau/2} \frac{d\Phi}{dt} \cdot dt = -\frac{2 \cdot N}{\tau}\left[\Phi\right]_0^{\tau/2} \tag{2}$$

τ ist die Schwingungsdauer. Wenn die Φ-Kurve symmetrisch zur Zeitachse verläuft (dies setzt symmetrischen Verlauf der Stromkurve zur Zeitachse voraus, was bei hohen Frequenzen im allgemeinen nicht

der Fall ist), so ist $\Phi_0 = -\Phi_{\tau/2}$. Setzt man $e = 0$ für $t = 0$, so ist $\Phi_0 = \Phi_{max} = -\Phi_{\tau/2}$, also ist $e_g = -\frac{2N}{\tau} \cdot 2 \cdot \Phi_{max}$ und daher

$$\tilde{e} = e_g \cdot f_e = -\frac{4 \cdot f_e \cdot N \cdot \Phi_{max}}{\tau} \tag{3}$$

Hierin bedeutet f_e den Formfaktor der e-Kurve. Folglich ist

$$\Phi_{max} = -\frac{\tau \cdot \tilde{e}}{4 \cdot f_e \cdot N} \tag{4}$$

und

$$\mathfrak{B}_{max} = -\frac{\tau \cdot \tilde{e}}{4 \cdot f_e \cdot N \cdot q'} \tag{5}$$

q' ist der Querschnitt des Ferricums. Folglich ist der Effektivwert

$$\tilde{\mathfrak{B}} = -\frac{1}{c_b} \cdot \frac{\tau \cdot \tilde{e}}{4 \cdot f_e \cdot N \cdot q'} \tag{6}$$

c_b ist der Scheitelfaktor der $\mathfrak{B}$-Kurve.

Setzt man für $\tilde{\mathfrak{H}}$ und für $\tilde{\mathfrak{B}}$ die gefundenen Ausdrücke in die Gleichung $\tilde{\mu} = \frac{\tilde{\mathfrak{B}}}{\tilde{\mathfrak{H}}}$ ein, so erhält man

$$\tilde{\mu} = -\frac{\tau \cdot \tilde{e}}{c_b \cdot q' \cdot 4 \cdot f_e \cdot N \cdot A \cdot \tilde{i}} = F(c_b, f_e) \tag{7}$$

d. h. $\tilde{\mu}$ ist eine Funktion des Formfaktors von e und des Scheitelfaktors von $\mathfrak{B}$, hängt also von dem Verlauf von e und $\mathfrak{B}$ ab. Die Vernachlässigung dieser Abhängigkeit kann bei niederen Frequenzen Fehler bis zu 50 % verursachen. Bei höheren Frequenzen, bei denen die Amplituden der Oberschwingungen relativ zur Grundschwingung erheblicher sein können, dürften Fehler von einigen Hundert Prozent nicht ausgeschlossen sein. Aber auch bei Berücksichtigung des Form- und des Scheitelfaktors von e bzw. $\mathfrak{B}$ bleibt das effektive $\tilde{\mu}$ unendlich vieldeutig. Denn bei demselben Material werden zwei verschiedene Beobachter verschiedene Werte für f_e und c_b erhalten je nach der Kurvenform des gerade von ihnen verwandten Stromes, obwohl der Effektivwert desselben und damit auch der Effektivwert der Feldstärke für beide der gleiche ist. Also finden die beiden Beobachter für ein und dasselbe $\tilde{\mathfrak{H}}$ zwei ver-

schiedene $\tilde{\mu}$. Um diese Vieldeutigkeit des effektiven $\tilde{\mu}$ zu vermeiden, könnte man fordern, daß die Messungen stets bei sinusförmigem Feld, d. h. bei sinusförmigem Strom vorgenommen werden. Ein auf diese Weise bestimmtes $\tilde{\mu}$ hätte aber auch dann noch den Nachteil, daß es sich auf zwei nicht zusammengehörige Werte der Feldstärke und der Induktion bezieht.

Von den erwähnten Mißständen frei ist die Definition der dynamischen Permeabilität nach der Gleichung $\tilde{\mu}' = \frac{\tilde{\mathfrak{B}}'}{\tilde{\mathfrak{H}}'} \cdot \tilde{\mathfrak{B}}'$ ist die maximale Induktion und $\tilde{\mathfrak{H}}'$ die maximale Feldstärke. Diese Definition wird auch bei niederen Frequenzen meist angewandt. Auch hier muß man bei nicht sinusförmigem Strom für jedes $\tilde{\mathfrak{H}}'$ die Kurvenform bzw. den Formfaktor von e und i experimentell bestimmen, um das maximale $\mathfrak{B}$ und das maximale $\mathfrak{H}$ berechnen zu können. Bei sinusförmigem i ist nur die Bestimmung der Kurvenform von e erforderlich. Im Hochfrequenzkreis ist Sinusform der Stromstärke unbedingt erforderlich, da sonst die bei der Ableitung der Gleichung (3) gemachte Voraussetzung nicht erfüllt ist; denn außer der Grundschwingung tritt vor allem die Oktave besonders stark auf, und damit ist eine Unsymmetrie der Stromkurve in bezug auf die t-Achse gegeben.

Die Bestimmung des so definierten $\tilde{\mu}'$ bei Hochfrequenz erfolgt in der Art, daß man den sinusförmigen Strom durch die Wickelung eines das Ferricum enthaltenden Ringes schickt, und die Feldstärke im Ferricum nach Gleichung (1) berechnet. Für i ist der Maximalwert einzusetzen. Das $\tilde{\mathfrak{B}}'$ berechnet sich nach Gleichung (5). Die auf der rechten Seite auftretende effektive E. M. K. $\tilde{e}$ ergibt sich aus dem Effektivwert der Klemmenspannung an den Enden der Wickelung, die der Messung allein zugänglich ist, unter Berücksichtigung des Ohmschen Spannungsabfalles. Der Formfaktor wird aus der nach einer oszillographischen Methode aufgenommenen Kurve der Klemmenspannung bestimmt. Diese Kurvenaufnahme ermöglicht die gleichzeitige Aufnahme der vollständigen Hysteresisschleife. Es sollen daher die experimentellen Einzelheiten erst im folgenden Abschnitt behandelt werden. Zum Schluß sei auf einen Punkt, der nur bei Hochfrequenz in Betracht kommt, besonders hingewiesen, nämlich auf den Einfluß der Dämpfung. Nur bei ungedämpften Schwingungen kann von konstanter Stromamplitude und Kurvenform die Rede sein.

2. Aufnahme von Hysteresiskurven.

Neben der Permeabilität ist für die Technik die genaue Kenntnis der im Ferricum auftretenden Verluste von größter Bedeutung. Diese sind, wie von Warburg gezeigt worden ist, gleich dem Flächeninhalt der Hysteresiskurve. Es ist also zur Kenntnis der Verluste die Aufnahme der Hysteresisschleife erforderlich. Im Hochfrequenzkreis kann diese Aufnahme aus den gleichen Gründen wie unter 1. angegeben nur für ungedämpfte Schwingungen erfolgen. Als Generatoren stehen hierfür der Poulsenbogen und die Hochfrequenzmaschine zur Verfügung.

Nimmt man an, daß die Schwingungen von einem Poulsenbogen erzeugt werden, so ist für die experimentelle Bestimmung der Hysteresiskurve die aus Fig. 1 ersichtliche Anordnung zweckmäßig. Eine Batterie B von einigen Hundert Volt speist den Poulsenbogen P. Eine Drosselspule D verhindert den Ausgleich der entstehenden Schwingungen im Gleichstromkreis. R ist ein Regulierwiderstand, V und A ein Gleichstromvolt- bzw. -amperemeter. Der Schwingungskreis besteht aus einer variierbaren Kapazität C und einer größeren Selbstinduktion L. In Reihe hiermit geschaltet sind ein geschlossener gleichmäßig bewickelter, streuungsloser Ring S aus dem zu untersuchenden Ferricum und ein Hochfrequenzstrommesser T. Parallel zu dem Ring liegt ein Elektrometer F.

Der Poulsengenerator liefert zwei Arten von ungedämpften Schwingungen. Die Schwingungen erster Art entstehen, wenn die Wechselstromamplitude gleich oder kleiner ist als die Stärke des Speisestromes (der Bogen erlischt nicht). Die Schwingungen zweiter Art entstehen im Gegensatz zu denen erster Art dann, wenn die Wechselstromamplitude größer ist, als die Gleichstromstärke (der Bogen erlischt während jeder Periode). Die Schwingungen zweiter Art, die in der drahtlosen Telegraphie ausschließlich gebraucht werden, sind stabil, die Schwingungen erster Art sind äußerst labil (der Bogen brennt stationär weiter). Die Schwingungen zweiter Art besitzen eine komplizierte Kurvenform, während die Schwingungen erster Art sinusförmig verlaufen.

Zur Aufnahme des $\mathfrak{B}$-, $\mathfrak{H}$-Diagramms sind als Bestimmungsstücke $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{B}$ erforderlich. Die Momentanwerte von $\mathfrak{H}$ im Kern von S folgen aus den Momentanwerten des Stromes i in der Wickelung nach Gleichung (1). Diese Momentanwerte sind aber nicht ohne weiteres zugänglich, vielmehr wird durch das Amperemeter T nur der Effektivwert von i bestimmt. Es ist jedoch die Kenntnis der Kurvenform

notwendig. Der Weitläufigkeit dieser Kurvenaufnahme entgeht man, wenn Schwingungen erster Art verwandt werden. Die Bedingungen für das Auftreten von Schwingungen erster Art werden z. B. realisiert, indem man die Selbstinduktion auf Kosten der Kapazität vergrößert. Außerdem muß die das Ferricum enthaltende Selbstinduktion klein sein im Vergleich zur gesamten Selbstinduktion des Schwingungskreises. Ist dies nicht der Fall, so wird das Ferricum einen merklichen Einfluß auf die Kurvenform des Stromes ausüben, da die Selbstinduktion des

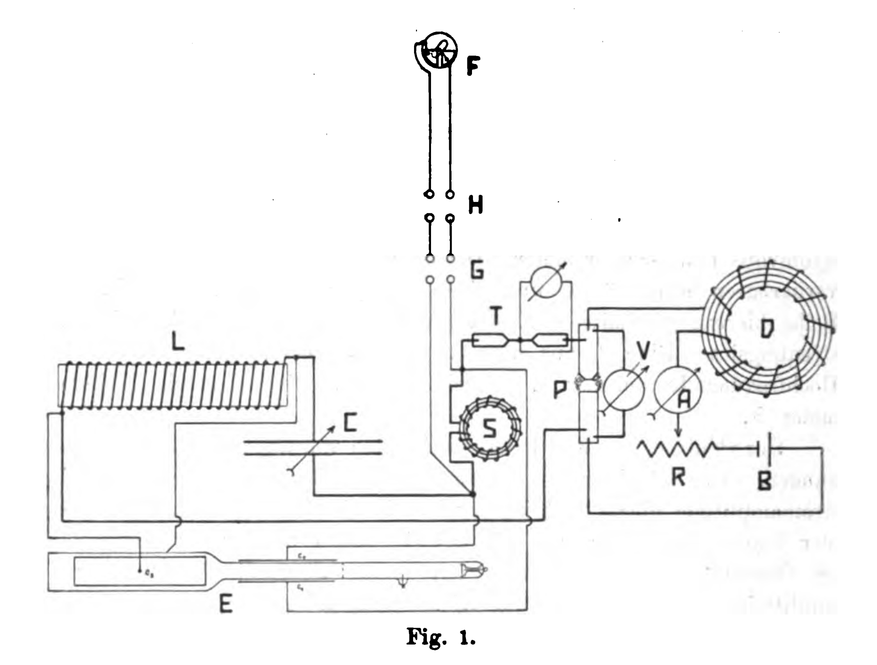


Fig. 1.

Ferricums von den Momentanwerten der Stromstärke abhängt, also während eines Zyklus variabel ist. Von dem sinusförmigen Charakter des Stromes überzeugt man sich, indem man einen Sekundärkreis nacheinander auf die Grundschwingung und die einzelnen Oberschwingungen abstimmt. Die relative Stärke der Oberschwingungen zur Grundschwingung folgt aus den Angaben eines Strommessers im Sekundärkreis. Will man den Vorteil der Stabilität der Schwingungen zweiter Art ausnutzen und ihn mit dem Sinuscharakter des Stromes verbinden, so wird man die ganze Meßanordnung in einen Sekundärkreis verlegen, welcher auf Resonanz mit der Grundschwingung des Primärkreises

abgestimmt ist. Die Schaltung ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Bezeichnungen sind im Anschluß an Fig. 1 gewählt und ohne weiteres verständlich.

Die Momentanwerte der Induktion im Ferricum bestimmen sich folgendermaßen. Die magnetische Feldstärke im Ring S erzeugt in der Wickelung eine elektromotorische Kraft

$$e = -N \cdot \frac{d\,\Phi}{d\,t}$$

Fig. 2.

Diese E. M. K. ist jedoch, wie bereits im 1. Teil gesagt, der Beobachtung nicht direkt zugänglich, sondern nur die Klemmenspannung p, welche sich zusammensetzt aus der E. M. K. und dem Ohmschen Spannungsabfall $i \cdot R$; R bedeutet den Ohmschen Widerstand. Dieser ist im allgemeinen bei Hochfrequenz ein anderer wie bei Gleichstrom. Es ist also seine Erhöhung durch die elektrische Hautwirkung nach der Methode von Bjerknes oder R. Lindemann[1]) zu ermitteln. Um diese Widerstandserhöhung klein zu halten, verwendet man nach

1) R. Lindemann, Jahrb. 4, 561—604, 1911.

dem Vorgange Dolezaleks zweckmäßig verdrillte Litzen, wie insbesondere aus neueren Messungen von Giebe[1]) und Lindemann[2]) hervorgeht. Man wird daher für die Bewickelung des Ringes derartige Litzen wählen. Bei geeigneten Abmessungen kann der Ohmsche Widerstand so klein gemacht werden, daß er zu vernachlässigen ist. Alsdann ist die Klemmenspannung praktisch gleich der E. M. K. Dies ist im folgenden stets vorausgesetzt.

Die Bestimmung des Verlaufes dieser Klemmenspannung erfolgt nach einer oszillographischen Methode. Die mechanischen Oszillographen kommen wegen ihrer Trägheit bei Frequenzen oberhalb ca. 10000 nicht in Betracht. Frei von diesen Trägheitserscheinungen sind die Kathodenstrahlen. Bei der Braunschen Röhre werden sie durch elektrostatische oder magnetische Felder abgelenkt. Die Ablenkung wird gemessen durch die Verschiebung der von ihnen auf den Schirm der Röhre erzeugten Phosphoreszenzfleckes. Bei elektrostatischen Feldern ist die Ablenkung streng proportional der Stärke des Feldes. Bei magnetischen Feldern gilt dies nur angenähert (bei kleinen Ablenkungen). Benutzt man magnetische Felder, wie dies von Corbino[3]) und Steiner[4] für Frequenzen bis zu 10000 bzw. 5000 geschehen ist, so hat man außer dem erwähnten Nachteil der nur angenäherten Proportionalität der Ablenkungen folgende Fehlerquellen mit in Kauf zu nehmen. Über das magnetische Feld lagert sich ein elektrostatisches, herrührend von der Kondensatorwirkung des Spulenaggregates. Dies wird von den meisten Autoren nicht berücksichtigt. Ferner setzt man bei magnetischer Ablenkung den Kathodenstrahl direkt der magnetischen Wirkung des Ferricums selbst aus. Auch bei günstigster Wahl der Form des Ferricums, eines Ringes, ist infolge des durch die Braunsche Röhre bedingten Luftschlitzes eine erhebliche Streuung nicht zu vermeiden. Diese ist von der Permeabilität abhängig und entzieht sich, da die Permeabilität nicht bekannt, sondern erst durch die Kurvenaufnahme bestimmt werden kann, überhaupt der Berechnung. Wegen der geschilderten Nachteile der magnetischen Felder wird man in der Regel elektrostatische Felder vorziehen. Demgemäß werden die Enden der Wickelung, wie das Schema zeigt, mit dem Kondensator c_1 verbunden, dessen Feld der Kathodenstrahl in der Braunschen Röhre durchläuft. Dieses Feld erzeugt eine der Klemmenspannung propor-

1) Giebe, Ztschr. f. Instrk. 31, 6 u. 33, 1911.
2) Lindemann, loc. cit.
3) O. Corbino, Phys. Ztschr. 6, 174—177, 1905.
4) D. Steiner, Ann. d. Phys. (4) 35, 727—754, 1911.

tionale Ablenkung des Phosphoreszenzfleckes. Senkrecht zu diesem Feld wirkt auf den Kathodenstrahl das Feld des Kondensators c_2. Dies wird durch eine Hilfsspannung erzeugt, in der Figur der Klemmenspannung der Selbstinduktion L. Diese Klemmenspannung ist, da der Strom sinusförmig ist, ebenfalls sinusförmig. Ihre Phasenverschiebung gegen den Strom beträgt, wenn der Ohmsche Widerstand zu vernachlässigen ist, eine Viertelperiode. Dies ist im folgenden stets angenommen. Unter dem Einfluß der gekreuzten Felder beschreibt der Phosphoreszenzfleck eine Lissajousche Figur. Eine solche ist in Fig. 3 wiedergegeben. Aus dieser erhält man in bekannter Weise den zeitlichen Verlauf der Klemmenspannung an den Enden der Ringwickelung oder, wie oben gesagt, der E. M. K. In Fig. 4 ist diese Kurve mit e bezeichnet.

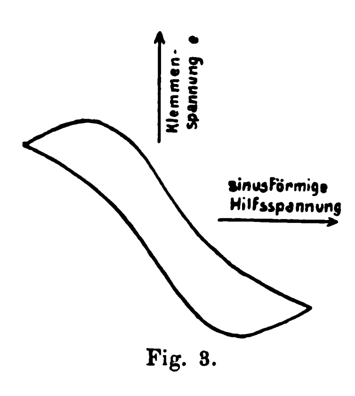


Fig. 3.

Aus der Beziehung

$$e = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

folgt

$$\Phi = -\frac{1}{N}\int e\,dt$$

Diese Kurve ist bis auf den Maßstab durch graphische Integration aus der e-Kurve zu ermitteln. In Fig. 4 ist die so gefundene Kurve mit Φ bezeichnet. Der Induktionsfluß Φ setzt sich im allgemeinen aus zwei Teilen zusammen $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$, wo Φ_1 der Induktionsfluß im Ferricum und Φ_2 der Induktionsfluß in Luft ist. Ein Induktionsfluß in Luft tritt aus folgenden Gründen auf. Bei hohen Frequenzen macht sich der Einfluß der magnetischen Hautwirkung und der Wirbelströme im Ferricum auf die Induktion sehr störend bemerkbar. Um diesen möglichst herabzusetzen, wird man das Ferricum stark unterteilen, z. B. isolierte Haardrähte oder äußerst fein gewalzte Bleche verwenden. Hierdurch ist eine vollständige Ausfüllung des Wickelungsquerschnittes unmöglich gemacht. Bezeichnet man mit q die Wickelungsfläche der Spule, mit q' den Querschnitt des Ferricums, so ist $\Phi_1 = q' \cdot \mathfrak{B}$ und $\Phi_2 = (q - q') \cdot \mathfrak{H}$. Da man $\mathfrak{B}$ zur Konstruktion

des $\mathfrak{B}\,\mathfrak{H}$-Diagramms braucht, so ist Φ_1 von Φ zu subtrahieren. Hierzu ist die Kenntnis des Verlaufes, der Phase und der Amplitude der Φ_2-Kurve erforderlich. Φ_2 besitzt nach der Gleichung $\Phi_2 = (q - q')\,\mathfrak{H}$ denselben Charakter wie $\mathfrak{H}$, d. h. auch wie i, ist also sinusförmig. Die Phase ist ebenfalls die von i, die Verschiebung gegen die Hilfsspannung also eine Viertelperiode. Die Verschiebung der Hilfsspannung gegen die e-Kurve erkennt man aus der Lissajousschen Figur. Die Amplitude von Φ_2 wird in folgender Weise gefunden. Nach einem graphischen Verfahren[1]) wird aus der e-Kurve der effektive

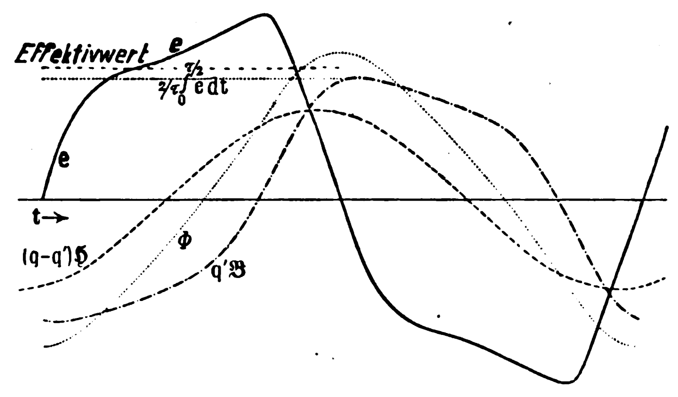
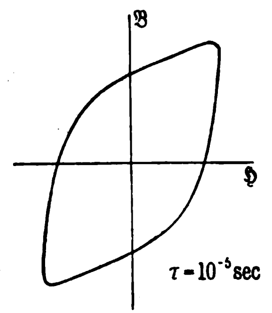


Fig. 4.

Wert $\tilde{e}$ ermittelt. Da dieser andererseits durch die Messung mit dem Elektrometer bekannt ist, so ergibt sich hieraus der Maßstab der e-Kurve. Trägt man außerdem den graphisch gefundenen galvanometrischen Mittelwert $e_g = \frac{2}{\tau}\int_0^{\tau/2} e\,dt$ in die Figur ein, so folgt aus dem Maßstab der e-Kurve seine absolute Größe. Andererseits ist $e_g = \frac{2}{\tau} \cdot N \cdot \Phi_{\max}$. Hiermit ist die absolute Größe von $\Phi_{\max}$ und damit der Maßstab der Φ-Kurve bekannt. Aus den Wickelungsdaten und aus der am Stromzeiger abgelesenen effektiven Stromstärke ergibt sich die Amplitude der Φ_2-Kurve. Diese ist mit $(q - q')\,\mathfrak{H}$ in Fig. 4 bezeichnet. Man erhält durch Subtraktion der Φ_2-Kurve von Φ die $\Phi_1 = q' \cdot \mathfrak{B}$-Kurve; in der Figur ist der doppelte Maßstab gewählt. Aus den Kurven $(q - q')\,\mathfrak{H}$ und $q'\,\mathfrak{B}$ erhält man durch Division mit

1) Handbuch d. Elektrotechnik II, 4, S. 120, Leipzig 1908.

$(q - q')$ bzw. q' die gesuchten Werte $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{H}$ in ihrer zeitlichen Zuordnung, d. h. die gesuchten Bestimmungsstücke des $\mathfrak{B}\,\mathfrak{H}$-Diagramms. Wenn es nur auf den relativen Verlauf der Hysteresisschleife ankommt, der Maßstab von $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{H}$ also willkürlich verschieden gewählt werden kann, so darf man, wie es in Fig. 5 geschehen ist, direkt die $(q - q')\,\mathfrak{H}$-Werte mit den $q' \cdot \mathfrak{B}$-Werten kombinieren. Die Fig. 5 zeigt keine Spitzen, sondern abgerundete Ecken, d. h. $\mathfrak{B}$ wird nicht gleichzeitig mit $\mathfrak{H}$ ein Maximum. Dies rührt von dem in komplizierter Weise auf Phase und Amplitude der Induktion wirkenden Einfluß der magnetischen Hautwirkung und der Wirbelströme her.



Magnet. Skineffekt und Wirbelströme nicht berücksichtigt.

Fig. 5.

3. Bestimmung der Verluste.

Das im 2. Teil beschriebene experimentelle Verfahren liefert gleichzeitig die Unterlagen für eine vollständige Bestimmung der im Ferricum auftretenden Verluste. Die am Ferricum während eines Zeitelements dt geleistete Arbeit ist, wenn i der Momentanwert des magnetisierenden Stromes und e der zugehörige Wert der induzierten E. M. K. ist

$$dL = e\,i\,dt$$

hierin kann man zerlegen

$$e = e_1 + e_2 = -N\frac{d\,\Phi_1}{dt} - N\frac{d\,\Phi_2}{dt}$$

Es wird also die Arbeit während eines Zeitelements dt

$$dL = -N\frac{d\,\Phi_1}{dt}\,i\,dt - N\frac{d\,\Phi_2}{dt}\,i\,dt$$

und die Arbeit während eines Zyklus

$$L = -\int_0^\tau N\frac{d\,\Phi_1}{dt}\,i\,dt - \int_0^\tau N\frac{d\,\Phi_2}{dt}\,i\,dt$$

Man erkennt leicht, daß das zweite Integral verschwindet. Somit reduziert sich die im Ferricum verbrauchte Arbeit auf

$$L = -\int_0^\tau N\frac{d\,\Phi_1}{dt}\,i\,dt \quad .$$

Nun ist

$$\Phi_1 = q'\mathfrak{B}; \qquad \mathfrak{H} = \frac{4\pi N i}{l}$$

d. h.

$$L = -\int_0^\tau N q' \frac{d\mathfrak{B}}{dt} \cdot \frac{\mathfrak{H} l}{4\pi N} dt = -\frac{q' l}{4\pi} \int_0^\tau \mathfrak{H}\, d\mathfrak{B}$$

Es ist also der in c. g. s. ausgedrückte Gesamtverlust pro Zyklus und Volumeneinheit gleich dem mit $\frac{1}{4\pi}$ multiplizierten Flächeninhalt der im 2. Teil ermittelten Hysteresisschleife. Während man bei niederen Frequenzen schon durch eine relativ grobe Unterteilung des Materials den Einfluß der Wirbelströme praktisch unschädlich machen kann, ist dies bei Hochfrequenz außerordentlich schwierig. Fig. 5 z. B., eine für Eisendraht von 0,05 mm Durchmesser und eine Frequenz von ca. 100 000 nach dem im 2. Teil beschriebenen Verfahren aufgenommene Hysteresisschleife, läßt den Wirbelstromeffekt an den abgerundeten Ecken noch deutlich erkennen. Man wird also, wenn man experimentell die Wirbelstromverluste von der Hysteresisarbeit trennen will, zu sehr feiner Unterteilung des Materials schreiten müssen. Dem sind aber gewisse technische Grenzen gesetzt (augenblicklich beträgt der geringste durch Ziehen erreichbare Durchmesser bei Eisendraht ca. 0,02 mm). Ferner werden durch den Prozeß der Unterteilung in der Regel die magnetischen Eigenschaften des Materials verändert; ein gewisses Maß für diese Änderung, die sich möglicherweise erst bei hohen Frequenzen äußert, bietet der Unterschied der für das fein und das weniger fein unterteilte Material aufgenommenen statischen Magnetisierungskurven.

Ein anderes Verfahren, die Wirbelstromverluste zu bestimmen, nämlich durch Rechnung, ist von Klemenčič[1]) für Drähte angegeben worden. Es sei ϱ der Radius eines im Innern des Drahtes liegenden konzentrischen Ringes, $d\varrho$ die Dicke des Ringes und seine axiale Ausdehnung gleich 1. Dann ist die E. M. K., welche bei einer Änderung von $\mathfrak{B}$ in dem Ringe erzeugt wird,

$$e_w = \varrho^2 \pi \frac{d\mathfrak{B}}{dt}$$

Der Widerstand w des Ringes ist

1) J. Klemenčič, Ann. d. Phys. 58, 249—270, 1896.

$$w = \frac{2\varrho\pi\sigma}{d\varrho}$$

wo σ den spezifischen Widerstand bedeutet. Danach wird die induzierte Stromstärke

$$i_w = \frac{e_w}{w} = \frac{\varrho\, d\varrho}{2\sigma}\,\frac{d\mathfrak{B}}{dt}$$

und die in der Zeit dt verbrauchte Energie

$$dL_w = e_w\, i_w\, dt = \frac{\pi\varrho^3 d\varrho}{2\sigma}\left(\frac{d\mathfrak{B}}{dt}\right)^2 dt$$

der Wirbelstromverlust pro Zyklus und für die Länge 1 also, wenn r der Drahtradius ist

$$L_w = \frac{\pi r^4}{8\sigma}\int\limits_0^\tau \left(\frac{d\mathfrak{B}}{dt}\right)^2 dt$$

Die unter dem Integralzeichen vorkommende Größe $\frac{d\mathfrak{B}}{dt}$ kann man aus der Fig. 1 ermitteln.

Schlußbemerkung.

Bei unseren Überlegungen haben wir stillschweigend die Annahme gemacht, daß die Induktion $\mathfrak{B}$ gleichmäßig über den Querschnitt des Ferricums verteilt sei. So haben wir z. B. den Induktionsfluß gleich gesetzt $\Phi_1 = q'\mathfrak{B}$. Ferner haben wir bei der Ableitung des Klemenčičschen Verfahrens für alle Punkte des Drahtquerschnittes $\mathfrak{B}$ = konst. angenommen. Diese Annahme ist, streng genommen, nicht richtig. Denn das durch die Wirbelströme erzeugte magnetische Feld ist in der Achse, wo die Wirkung der einzelnen konzentrischen Ströme sich superponiert, am stärksten, am Rande am schwächsten; die Verteilung über den Querschnitt ist also eine ungleichmäßige (magnetischer Haut- oder Skineffekt). Die exakte Theorie dieser Hautwirkung ist wegen der Abhängigkeit der Permeabilität von der Feldstärke außerordentlich schwierig. Ansätze hierfür unter der Voraussetzung eines konstanten μ rühren her von J. J. Thomson[1]), O. Heaviside[2]), J. Zenneck[3])

1) J. J. Thomson, Recent Researches etc., Oxford 1893, S. 323 ff.
2) O. Heaviside, Electrical papers Vol. I p. 353—416, London 1892.
3) J. Zenneck, Elektromagnetische Schwingungen, p. 202 ff., Stuttgart 1905.

und A. Batelli und L. Magri[1]). Eine vollständige Lösung des Problems unter Berücksichtigung der Variabilität von μ ist bisher noch nicht geglückt.

Zusammenfassung.

1. Die verschiedenen Vorschläge für die Festsetzung der dynamischen Permeabilität werden auf ihre Brauchbarkeit für die Hochfrequenz diskutiert. Am zweckmäßigsten erweist sich die Definition, wonach die dynamische Permeabilität dem Verhältnis der maximalen Induktion zur maximalen Feldstärke gleichzusetzen ist.

2. Es wird ein experimentelles Verfahren zur Bestimmung dieser Permeabilität und zur Aufnahme der gesamten Hysteresisschleife für Hochfrequenz beschrieben.

3. Es wird gezeigt, daß das unter 2. beschriebene Verfahren die experimentellen Unterlagen für eine Berechnung der magnetischen Gesamtverluste liefert und außerdem die Trennung in Hysteresisarbeit und Wirbelstromverluste gestattet.

Charlottenburg, Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

1) A. Battelli und L. Magri, Phys. Ztschr. 9, 156—164, 1908.

(Eingesandt 28. Mai 1912.)

Demonstration der Resonanzkurve mit der Braunschen Röhre.[1])

Von **Erich Marx** und **Fritz Banneitz.**

In der Vorlesung über elektrische Schwingungen und Wechselströme ist die Braunsche Röhre ein so hervorragend beliebtes Demonstrationsmittel geworden, daß sie zur Sichtbarmachung von Wechselstromkurven, von Phasendifferenzen, Schwebungen, Lissajouschen Figuren, Hysteresisschleifen, oszillatorischen Entladungen usw. allgemein Anwendung findet, indem man Schaltungen benutzt, die von den Herren Braun[2]), Zenneck[3]), Richarz und Ziegler[4]), Wehnelt

1) Autorisierter Abdruck aus Phys. Ztschr. 13, 518, 1912.

2) F. Braun, Wied. Ann. 60, 532, 1897; Elektrot. Ztschr. 19, 204, 1898.

3) J. Zenneck, Wied. Ann. 68, 365, 1899; 69, 844, 1899.

4) F. Richarz und W. Ziegler, Greifsw. Sitzungsber. 1899, Ann. d. Phys. 1, 468, 1900.

und Donath[1]), Ebert und Hoffmann[2]) und Simon und Reich[3]) ausgearbeitet sind.

Die Herren Simon und Reich (l. c.) haben eine sehr dankenswerte Zusammenstellung solcher Versuche gelegentlich der Publikation ihrer eleganten Methode, der Demonstration der oszillatorischen Entladung, gegeben. In dieser Zusammenstellung und in der im Lehrbuch von Zenneck[4]) enthaltenen ist eine Sichtbarmachung der Resonanzkurve mit der Braunschen Röhre nicht angegeben; es ist uns auch nicht bekannt, daß sie irgendwo durchgeführt wurde. Gerade wegen ihres Hauptvorzuges, des Fehlens eines Trägheitseinflusses, ist aber die Braunsche Röhre für die Demonstration der Resonanzkurve bei schnellen Schwingungen allein geeignet, um die ganze Kurve stehend zu demonstrieren. Bei dem von Franke[5]) angegebenen, sehr hübschen Vorlesungsversuch läßt sie sich lediglich durch das Wandern eines Lichtpunktes bei Veränderung der Kondensatorstellung vorführen, indem man die Ordinatenverschiebung durch ein sich langsam einstellendes Hitzdrahtinstrument bewirkt. Dieses würde versagen, falls man den Kondensator so schnell drehen wollte, wie erforderlich wäre, um die Kurve für das Auge stehend zu erhalten.

Bei der Methode, die hier verwendet wurde, wird die Kondensatordrehung, und hiermit die Kapazität des Kondensators, als Abszisse wiedergegeben. Dies geschieht durch eine eindeutige, mit zunehmender Kapazität wachsende magnetische Ablenkung des Kathodenstrahls in horizontaler Richtung. Die Ordinaten der Resonanzkurve sind durch den Betrag der Spannungsamplituden am Kondensator des Schwingungskreises bestimmt, indem zwei kleine Hilfselektroden eine elektrostatische Ablenkung senkrecht zu der magnetischen bewirken.

Die Anordnung ist hiernach die folgende (vgl. Fig. 1): Eine mit Wasser und Wasserstoff gekühlte kleine Paulsen-Lampe einfachster Konstruktion mit dem Lichtbogen P zwischen Kupfer und Kohle ist mit 440 Volt Gleichstrom in der Weise erregt, daß sie eine Schwingungsenergie von ca. 2,5 Amp. in dem Kreise I erzeugt. Dieser Kreis besteht aus einem variabeln Plattenkondensator C_1 mit 10 Platten von 12 cm Durchmesser, die mit einem Abstand von 5 mm voneinander in Petroleum stehen, und einer Selbstinduktionsspule L_1, die

1) Wehnelt und Donath, Wied. Ann. **69**, 861, 1899.
2) H. Ebert und Hoffmann, Elektrot. Ztschr. **19**, 405, 1898.
3) Simon und Reich, Phys. Ztschr. **2**, 285, 1901.
4) J. Zenneck, Elektromagnetische Schwingungen, Stuttgart 1905.
5) A. Franke, Elektrot. Ztschr. **27**, 1002, 1906.

aus wenigen Windungen eines 2 mm dicken Kupferdrahtes von 20 cm Durchmesser hergestellt ist. Mit diesem Kreise verhältnismäßig lose gekoppelt ist Kreis *II*, der aus zwei parallel geschalteten Drehkondensatoren C_2 und C_2' und der Selbstinduktion L_2 besteht. Als C_2 benutzten wir den Drehkondensator, als L_2 die Koppelungsspule Nr. IV

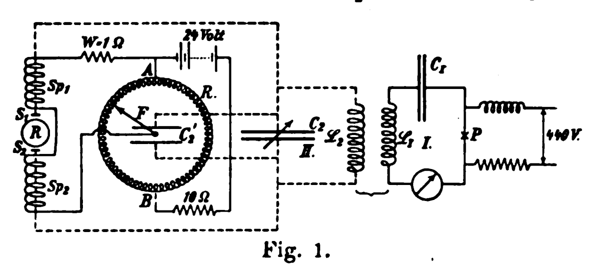


Fig. 1.

eines Dönitzschen Wellenmessers. C_2' ist ein kleiner Zusatzkondensator zu C_2. Kreis *II* wird mit Kreis *I* in Resonanz gebracht, und zwar so, daß sich C_2' in der Mittellage befindet, während C_2 die Resonanzeinstellung bei unverändertem C_2' übernimmt. Auf diese Weise wird erreicht, daß beim nachherigen Verändern der Einstellung des aus fünf Platten von 15 cm Durchmesser und 5 mm Abstand bestehenden Luftkondensators C_2' die Resonanzlage nach beiden Seiten überschritten werden kann. Die Gesamtkapazität von C_2' ist so klein gewählt, daß bei Veränderung derselben, durch Drehung von 0 bis 180°, die Periode des Kreises nur um so viel geändert wird, wie zur Abgrenzung des Resonanzbereichs erforderlich ist.

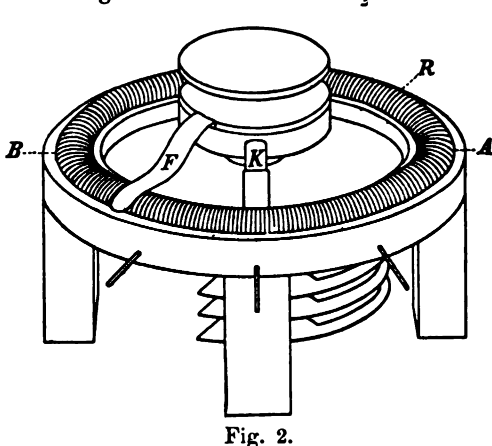


Fig. 2.

An den Polen des Kondensatorpaares C_2—C_2' liegen die Elektroden S_1 und S_2, die die elektrostatische Ablenkung des Kathodenstrahles bewirken und die Ordinaten der Resonanzkurve ergeben. Es sind zwei Kupferplatten von 3 cm Durchmesser, die als Außenelektroden an der Röhre angebracht sind.

Zur Erzeugung der Ablenkung in der Abszissenrichtung muß ein Hilfsstromkreis benutzt werden, dessen Stromstärke sich erstens synchron ändert mit C_2' und zweitens zunimmt, wenn C_2' zunimmt.

Zur Erfüllung der ersten Bedingung wird ein ringförmig gewickelter Widerstand R (vgl. Fig. 2) von ca. 30 Ohm, an dem, an zwei diametral gegenüberliegenden Kontakten A und B, unter Vorschaltung von ca. 10 Ohm, 24 Volt anliegen, auf dem Kondensator C_2' angebracht. Von diesem Widerstand läßt sich Strom variabler Stärke zwischen Punkt A und dem Schleifkontakt F, der am Drehknopf des Kondensators befestigt ist, abnehmen. Dieser Strom wird zu den Spulen Sp_1 und Sp_2 geführt und bewirkt eine magnetische Ablenkung des Kathodenstrahles, die für jede Kondensatorstellung die entsprechende Abszissenablenkung hervorruft.

Um die zweite Bedingung, die Zunahme der Ablenkung, mit wachsender Kapazität C_2', zu erfüllen, ist noch zu beachten, daß der Schleifkontakt F so eingestellt wird, daß er bei der Nullstellung des Kondensators C_2' bei A steht. Hierdurch wird erreicht, daß die beiden symmetrisch zur Nullstellung gelegenen Resonanzlagen, die sich bei einer Drehung um 360^0 ergeben, gleiche Abszissenwerte erhalten. Der Widerstand W (Fig. 1) hat den Zweck, Sprünge beim Ausschalten der letzten Windungen zu vermeiden.

Fig. 2 zeigt den mit dem ringförmigen Widerstand kombinierten Drehkondensator (C_2'). Die auf der Widerstandsspirale R schleifende Feder F ist am Drehkopf des Kondensators befestigt und steht durch den Schleifkontakt K mit dem einen Ende der Ablenkungsspulen in Verbindung, während das andere an dem Kontakt A der Spirale anliegt. Der Durchmesser AB beträgt 20 cm.

Läßt man nun den drehbaren Teil des Kondensators mit der daran befestigten Schleiffeder rotieren, so wird bei einer Umdrehung die Resonanzkurve von dem Kathodenstrahl zweimal durchlaufen, weil bei jeder Umdrehung zweimal der gleiche Kapazitätswert von C_2' erreicht wird. Bei Motorantrieb erhält man die Resonanzkurve stehend. Infolge der oszillierenden Spannungen an den Elektroden S_1 und S_2 (in Fig. 1) erscheint sie als symmetrische zur Abszissenachse liegende Fläche, die von zwei symmetrischen Resonanzkurven begrenzt ist. Da die Geschwindigkeit des durch S_1 und S_2 fächerförmig abgelenkten Kathodenstrahles an der Begrenzung der Fläche gleich null ist, während sie an den anderen Stellen beträchtliche Werte hat, erscheint die Begrenzung heller erleuchtet als die Fläche. Fig. 3 ist eine photographische Aufnahme mit 10 Minuten Belichtungsdauer, bei der eine

Einstellung erreicht ist, die, wie es sein soll, nur ein Maximum zur Beobachtung bringt, während Fig. 4 eine Einstellung zeigt, bei der sich zwei Resonanzmaxima ausbilden. Bei genauer Betrachtung sieht

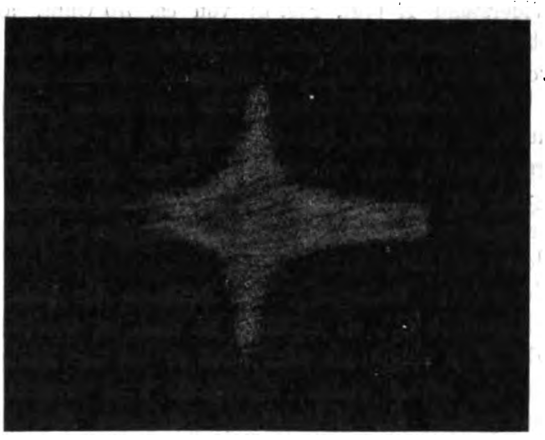


Fig. 3.

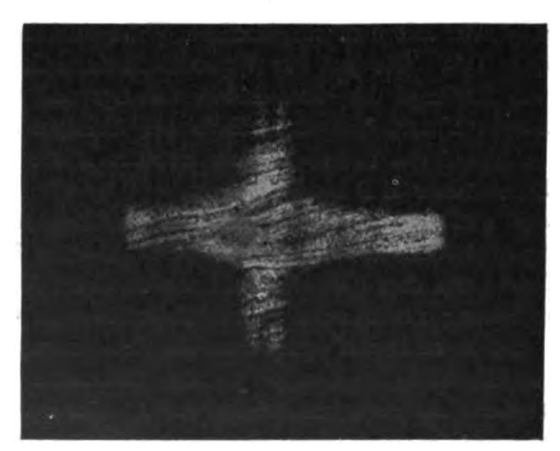


Fig. 4.

man auch die bekannte Unsymmetrie der Resonanzkurve zur Mittelordinate.

Will man die Kurve nur auf einer Seite der Abszisse haben, so

kann man die Ablenkungsphase in einer Richtung durch Ventilröhren oder analog wirkende Apparate ausschalten.

Phys. Inst. d. Universität Leipzig, März 1912.

P. S. Es ist uns erst nach Drucklegung durch gütigen Hinweis des Herrn M. Wien bekannt geworden, daß in der eingehenden Abhandlung in der Herr Vollmer im Physikalischen Institut des Herrn M. Wien in Danzig (d. Jahrb. 3, 37, 1910) „Die Schwankungen der Frequenz und Intensität der Lichtbogenschwingungen" untersuchte, die Resonanzkurve ebenfalls mit Hilfe der Braunschen Röhre photographiert wurde. Herr Vollmer benutzte eine andere Schaltung, und erwirkte die Abszissenablenkung durch einen Nebenschluß zum Lichtbogen.

(Eingesandt 15. Juni 1912.)

Funkentelegraphische Beobachtungen während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912[1].

(Mitteilung aus dem Kaiserl. Telegraphen-Versuchsamt.)

Von **Franz Kiebitz.**

Die Fernwirkung funkentelegraphischer Sender hängt erfahrungsgemäß von der Wetterlage und von der Tageszeit ab. Die Schwankungen der Empfangsstärken auf einer fernen Station sind um so größer, je weiter die Empfangsstation entfernt ist, und je kleiner die benutzte Wellenlänge ist. Z. B. erzielen Sender, die mit kleinen Wellen arbeiten und am Tage einige hundert Kilometer überbrücken, bei Nacht gelegentlich Reichweiten von mehr als tausend Kilometern.

Unter den möglichen Einflüssen, welche die Abhängigkeit der Fernwirkung von Tag und Nacht verursachen können, ist die Sonnenstrahlung wiederholt besprochen worden. Die Sonnenfinsternis am 17. April bot eine günstige Gelegenheit, einen solchen Einfluß zu untersuchen; denn es herrschte während dieses Tages allenthalben gleichmäßiges, wolkenloses Wetter, und die Verfinsterung war fast vollständig.

Es wurde darum die Station Norddeich aufgefordert, in der Zeit von 12 bis 8 Uhr stündlich viermal in genau derselben Weise ein bestimmtes Kennwort je fünf Minuten lang mit der Wellenlänge 1650 m zu senden.

---

1) Vgl. Phys. Ztschr. 13, 885, 1912.

Die Fernwirkungen von Norddeich sind bei dieser Wellenlänge gut bekannt. Z. B. werden an verschiedenen Tagen in der Station Berlin-Schöneberg des Telegraphenversuchsamtes (450 km Entfernung) für die Zeichen von Norddeich bei Tage Lautstärken zwischen 20 und 8 Ohm beobachtet, bei Nacht Lautstärken zwischen 12 und 2 Ohm, ohne daß Unregelmäßigkeiten am Sender oder Empfänger erkennbar sind. Zum Teil beruhen die Schwankungen auf Empfindlichkeitsschwankungen des Detektors und des Ohres, zum Teil müssen sie in Witterungseinflüssen gesucht werden.

Auf der funkentelegraphischen Küstenwache in Danzig (750 km von Norddeich) sind die Schwankungen der Lautstärke und die Unterschiede zwischen Tag und Nacht größer. Am Tage werden dort Lautstärken zwischen 10 und 40 Ohm beobachtet, bei Nacht solche zwischen 1 und 30 Ohm.

Diese Zahlen geben einen Anhalt für die Lautstärkeänderungen, die während der Sonnenfinsternis äußerstenfalls zu erwarten waren.

Die Kennworte wurden in Norddeich mit unverändertem Sender gegeben. Die Lautstärkemessungen wurden ausgeführt auf einer Station in Emden, zwei Stationen des Versuchsamtes in Berlin, einer Station der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, zwei Stationen der C. Lorenz Aktiengesellschaft und auf den Küstenwachen in Swinemünde und Danzig.

Die größte Verfinsterung fand in dem Gebiet von Norddeich bis Danzig in der Zeit von 1^{20} bis 1^{30} statt.

Die Ergebnisse der verschiedenen Beobachtungsstellen sind in der auf S. 153 folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Zahlen bedeuten den eingestellten Parallelwiderstand in Ohm; die benutzten Fernhörer hatten 1000 Ohm Widerstand.

Die Meßreihen von Emden, Berlin und Swinemünde zeigen genau den Verlauf, der bei ähnlichen Gelegenheiten ohne Sonnenfinsternis beobachtet wird; dagegen hat die Großstation in Eberswalde und die ferne Station in Danzig während der auf die größte Verfinsterung folgenden Stunde eine Erhöhung der Lautstärke festgestellt, die möglicherweise mit der Sonnenfinsternis zusammenhängen kann.

Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie hat ihre Beobachtungen bereits veröffentlicht. Danach ist die Lautstärke vor der größten Bedeckung in Berlin binnen 20 Minuten andauernd von 120 auf 30 Ohm gestiegen und sodann in derselben Weise gesunken; vor und nach dem Maximum wurden mittelstarke Störungen wahrgenommen. Da diese Störungen von den anderen Stationen nicht gemeldet worden sind,

	Emden 27 km	Telegraphen-Versuchsamt		C. Lorenz A.-G.		Swinemünde 470 km	Danzig 760 km
		Schöneberg 450 km	Berlin 450 km	Berlin 450 km	Eberswalde 460 km		
12^{00}	60	16	—	—	—	20	—
12^{10}	80	16	—	—	—	20	15
12^{25}	60	15	250	—	—	20	15
12^{40}	60	—	230	—	37	—	14
12^{55}	—	—	—	—	—	—	—
1^{10}	80	16	—	—	12	20	17
1^{25}	90	14	250	—	12	10	17
1^{40}	80	12	200	—	12,5	30	13
1^{55}	90	12	200	600	2,5	5 [1])	9
2^{10}	—	10	200	600	2,5	7	—
2^{25}	—	10	200	600	5	6	8
2^{40}	—	10	200	600	5	6	13
2^{55}	—	9	200	600	12	6	—

darf man vielleicht annehmen, daß sie lokalen Ursprungs gewesen und zufällig zur Zeit der größten Bedeckung unterblieben sind. Auf diese Weise ließe sich erklären, warum die Messung während der größten Bedeckung den besten Wert ergab im Gegensatz zu den Beobachtungen der übrigen Stationen.

Sieht man von dieser durch Störungen beeinflußten Beobachtung ab, so ist das Ergebnis folgendes:

Nach den Beobachtungen von fünf Empfangsstellen war kein Einfluß der Sonnenfinsternis auf die Fernwirkung der Station Norddeich festzustellen; eine besonders große und eine besonders ferne Empfangseinrichtung ergaben in der Stunde nach der größten Bedeckung eine Vergrößerung der Empfangsstärke, die mit der Sonnenfinsternis in Zusammenhang stehen kann.

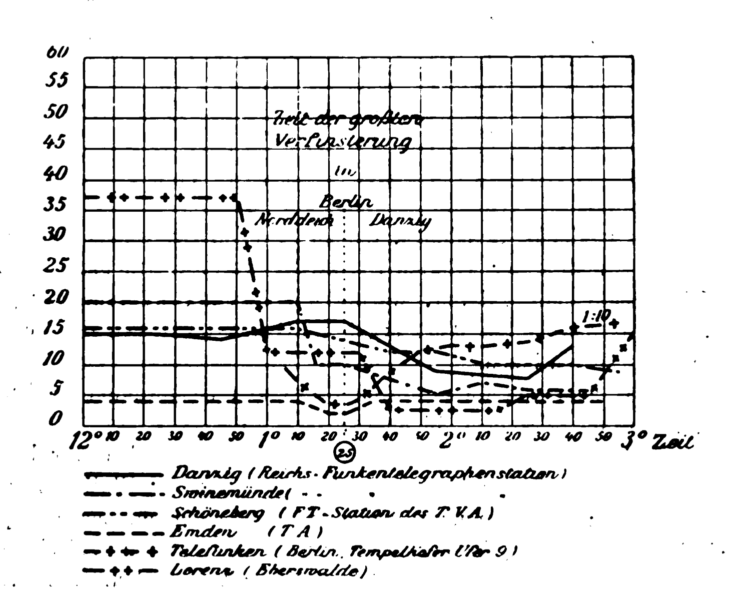
Berlin, 30. Juli 1912.

1) Beobachter in Swinemünde wechselt.

(Eingesandt 28. August 1912.)

Referate.

Funkentelegraphische Beobachtungen während der Sonnenfinsternis[1]. Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Reichweiten funkentelegraphischer Sender zur Nachtzeit erheblich größer sind als bei Tage; eine durchaus stichhaltige Erklärung dieser Erscheinung gibt es jedoch bis heute nicht. Die Sonnenfinsternis am 17. April gab der Reichs-Telegraphenverwaltung Gelegenheit, die Funkentele-



graphenstation in Norddeich zu diesem Zweck in den Dienst der Wissenschaft zu stellen. Die Großstation gab nämlich während der letzten fünf Minuten jeder Viertelstunde mit einer Wellenlänge von 1650 m das Kodewort „cer“. Außer den reichseigenen Betriebsstellen in Swinemünde und Danzig und der Versuchsstation des Telegraphen-Versuchsamtes in Schöneberg war noch die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie“[2] (Versuchsstation Tempelhofer Ufer 9, Berlin) und die

1) Nach einer Mitteilung unseres Mitarbeiters Ober-Postpraktikant Thurn in der Deutschen Verkehrszeitung Nr. 24, 1912.

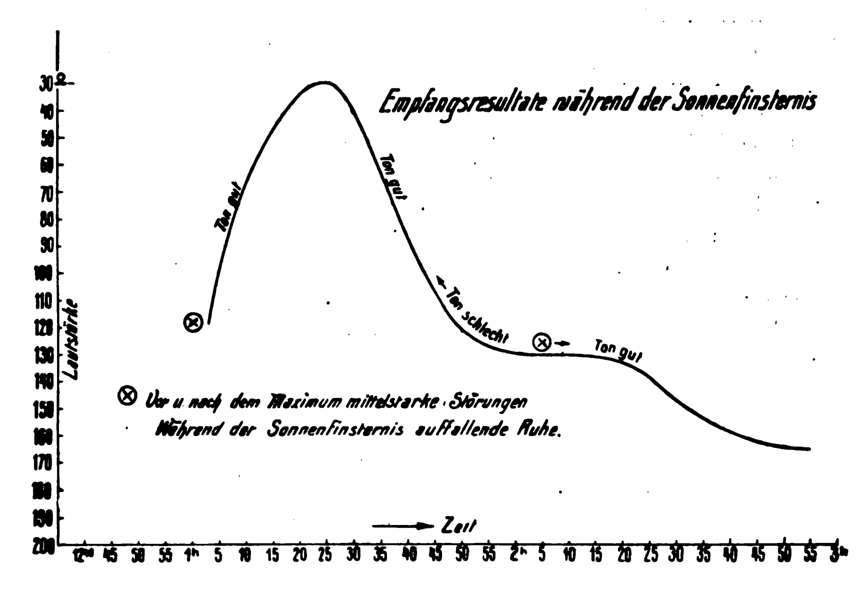
2) Vgl. Jahrb. 5, 621, 1912 und Schlußnotiz (S. 156).

„C. Lorenz Aktiengesellschaft“ (Versuchsstation Eberswalde) zur Mitbeobachtung aufgefordert worden.

Die Meßergebnisse der beobachtenden Stationen über die Stärke der Norddeicher Zeichen ergeben sich aus den Kurven der nachstehenden Skizze. Hierzu wird im einzelnen bemerkt:

1. Küstenstation Danzig: Die Lautstärke beträgt in der Zeit von 1,55 bis 2,25 nachm. 9 Ohm, vorher und nachher 13 bis 17 Ohm;

2. Küstenstation Swinemünde: Die Lautstärke steigt in der Zeit von 11,55 vorm. bis 3 nachm. allmählich von 20 auf 6 Ohm an; also kein Maximum während der Verfinsterung;



3. Funkenstation Schöneberg: Die Lautstärke steigt allmählich von 16 bis 9 Ohm an;

4. Funkenstation Emden: Die Lautstärke beträgt bis 1,10 nachm. konstant 4 Ohm, steigt zurzeit der größten Verfinsterung um 1,21 nachm. auf 2 Ohm und sinkt dann wieder auf 4 Ohm;

5. Versuchsstation Telefunken-Berlin: Die Lautstärke beträgt während der Totalität 30 Ohm, vor und nachher 130 Ohm;

6. Funkenstation der C. Lorenz Aktiengesellschaft in Eberswalde: Die Lautstärke beträgt in der Zeit von 1,40 bis 2,15 nachm. $2^1/_2$ Ohm; sie war vorher und nachher geringer.

Hiernach sind die Lautstärkenunterschiede, die mit der Verfinste-

rung zusammenhängen können, nur von Danzig, Emden, Telefunken-Berlin und Lorenz-Eberswalde gemessen worden. Die Wahrnehmungen dieser Stationen stimmen im allgemeinen darin überein, daß eine geringe Verbesserung der Lautstärke des Empfanges einige Zeit nach der größten Verfinsterung eintrat; etwa 20 bis 30 Minuten anhielt und darauf allmählich wieder zurückging. Nach den von Telefunken mitgeteilten Ergebnissen hätte der Verlauf der gemessenen Lautstärkewerte ziemlich genau dem jeweiligen Stande der Verfinsterung in Berlin entsprochen, was also von den anderen Beobachtungen etwas abweicht. Bei der Funkentelegraphenstation des Telegraphen-Versuchsamtes (Berlin, Königgrätzerstraße) wurde eine Lautstärkenänderung nicht beobachtet; die Lautstärke betrug hier vielmehr dauernd 200 Ohm.

Auch Prof. Dr. Karl Schmidt vom Universitätslaboratorium für theoretische Physik in Halle (Saale) hat bei den von ihm vorgenommenen Lautstärkemessungen der von Norddeich und von Göttingen gegegebenen Versuchszeichen keine Vergrößerung der Lautstärke während der stärksten Verfinsterung festgestellt. Ferner haben die in Norddeich ausgeführten Lautstärkemessungen der von Emden gegebenen Versuchszeichen ergeben, daß die Lautstärke Emdens während der ganzen Dauer der Versuche annähernd konstant blieb.

Besondere Wahrnehmungen über Luftstörungen usw. sind während der Verfinsterung im allgemeinen nicht gemacht worden; erst nach Aufhören der Sonnenfinsternis will die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie schwache atmosphärische Entladungen festgestellt haben.

Die Telefunken-Gesellschaft[1]) stellt uns noch die auf S. 155 stehende Abbildung zur Verfügung; sie zeigt die Schwankungen in der Empfangsstärke auf eine Entfernung von 450 km. Mit zunehmender Verfinsterung nahmen die Zeichen andauernd an Stärke zu und erreichten ihr Maximum genau im Zeitmoment der größten Sonnenbedeckung. Ganz ähnliche Regelmäßigkeit zeigt die Zeit während der Wiederaufhellung der Sonne. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß während der ganzen Verfinsternis irgend welche atmosphärischen oder elektrischen Erscheinungen an den Empfangsapparaten nicht beobachtet werden konnten.

E.

1) Vgl. auch Telefunken-Zeitung Nr. 6, S. 89, 1912.

(Eingesandt 30. Juni 1912.)

Wirkung der Sonnenfinsternis auf radiotelegraphische Zeichen. In der Zeitschrift „The Electrician" vom 10. Mai erwähnt unser Mitarbeiter Herr Professor J. A. Fleming unter Hinweis auf die Beob-

achtungen von Dr. Eccles („Electrician" vom 26. April) seinen Besuch auf der Eiffelturm-Radiostation, deren Leiter Herr Ferrié (Chef de bataillon du Génie) ihm ebenfalls bestätigte[1]), daß die radiotelegraphischen Zeichen während der Sonnenfinsternis am 17. April merklich an Stärke zunahmen. Herr Fleming fährt dann fort: „Bezüglich der Schlüsse, die man zu ziehen hat, so ist zu bemerken, daß bis jetzt zwei Theorien aufgestellt sind, um die Verminderung der Stärke der radiotelegraphischen Zeichen durch Tageslicht zu erklären. Die ursprünglich zuerst von Marconi aufgestellte sagt aus, das diese auf einem Einfluß des Lichtes auf die Senderantenne beruhe, während die zweite den Grund allgemein in einer Ionisation der Atmosphäre sucht. Da die Dunkelheit infolge einer Sonnenfinsternis eine lokale ist und nur hier eine kurze Zeit einen begrenzten Bezirk affiziert, so stellt irgendeine Verstärkung der Zeichen während einer Sonnenfinsternis keine Reproduktion der Bedingungen bei Dämmerung dar noch wird dadurch eine Handhabe geboten, zwischen den beiden Theorien zu entscheiden. Nimmt man den Fall der Ionisation an, so entsteht die Frage, ob man mit einer bloßen Absorption der Wellenenergie zu rechnen hat. Es gibt Anhaltspunkt dafür, daß irgendeine Leitfähigkeit infolge Ionisation der Atmosphäre durch Sonnenlicht nicht ausreichend ist, die Wirkung zu erklären. Ich bin nun auf eine andere Erklärungsmöglichkeit gekommen, die ich in einer besonderen Mitteilung ausführlich behandeln werde aber jetzt schon kurz wie folgt skizzieren will:

Die Ionisation durch Sonnenlicht muß hauptsächlich in den oberen Schichten der Atmosphäre stattfinden, weil die sie hervorrufenden ultravioletten Strahlen sehr schnell absorbiert werden. Wenn diese Ionisation der Atmosphäre eine größere Dielektrizitätskonstante verleiht (wofür einige Andeutungen vorhanden sind), so wird sie ein wenig die Wellengeschwindigkeit vermindern. Betrachten wir eine Welle mit vertikaler Wellenebene, die sich durch ein Gebiet fortpflanzt, in dem die Dielektrizitätskonstante allmählich mit der Höhe über den Boden wächst. Das Resultat würde sein, daß die Wellenfront nach rückwärts gebeugt und daher die Strahlungsrichtung nach aufwärts geneigt würde. Daher wird an einer Empfangsstation in beträchtlicher Entfernung der größte Teil der Welle so weit über die Empfangsantenne

1) Vgl. auch „Electrician" S. 329, 1912, die übereinstimmenden Angaben von H. Schledermann über Versuche der Kgl. Dänischen Marine; ferner: C. R. Tome 154, 1746, 1912 A. Boutaric u. G. Meslin.

hinwegstreichen, daß die Zeichen erheblich geschwächt erscheinen. Diese Erklärung ist analog derjenigen von Sir George Stokes dafür, wie es geschieht, daß der Schall weniger laut gehört wird wenn der Wind vom Beobachter nach der Schallquelle bläst. Sobald weitere experimentelle Daten, die ich in kurzem zu erlangen hoffe, vorliegen, werde ich näher auf einen solchen Erklärungsversuch der beobachteten Einwirkung des Tageslichtes auf die radiotelegraphischen Zeichen eingehen." E.

(Eingesandt 12. Juni 1912.)

Einfluß der Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 auf die Fortpflanzung elektrischer Wellen.

(Influence de l'éclipse du Soleil du 17. avril 1912 sur la propagation des ondes électriques.)

Von **Albert Turpain.**[1])

Dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Major Ferrié erfuhr ich, daß die radiotelegraphische Station auf dem Eiffelturm Sendeversuche vornehmen sollte, um den Einfluß des Lichtes auf die Fortpflanzung elektrischer Wellen zu untersuchen. Diese Versuche fanden während einer Vorbereitungsperiode vom 25. März bis zum 3. April zwecks Erprobung der Methoden statt.

Zu den endgültigen Messungen dienten die Wellenemissionen (von je 10 Sekunden Dauer und in Zwischenräumen von je 10 Sekunden), die am Donnerstag, den 4. April, alle 2 Stunden von 6 Uhr früh bis Mitternacht 2 Minuten lang stattfanden, ferner die ähnlichen Emissionen, die am 16. und 15. April um 10^h 40^m früh und am Tage der Finsternis (17. April) von 8^h 40^m a. m. bis 2^h 20^m p. m. (und zwar um 8^h 40^m a. m., 10^h 40^m a. m., 11^h a. m., 11^h 15^m a. m., 11^h 30^m a. m., 11^h 45^m a. m., 11^h 50^m a. m., 12^h a. m., 12^h 05^m p. m., 12^h 10^m p. m., 12^h 15^m p. m., 12^h 20^m p. m., 12^h 25^m p. m. 12^h 30^m p. m., 12^h 35^m p. m., 12^h 40^m p. m., 1^h p. m., 1^h 15^m p. m., 1^h 30^m p. m., 1^h 45^m p. m., 2^h p. m. und 2^h 40^m p. m.) stattfanden.

Ich bin nun mit Apparaten zur Messung empfangener Wellen besonders gut ausgerüstet und seit langer Zeit mit derartigen Messungen vertraut. War ich doch einer der ersten, die in Frankreich die Ver-

---

[1]) Vgl. C. R. 154: 1457, 1912 u. La Nature No. 2036, S. 11, 1912

suche von Hertz wiederholt haben, und habe ich doch später die ersten Versuche mit drahtloser Telegraphie angestellt (Oktober bis Dezember 1894: telephonische Aufnahme rhythmischer elektrischer Wellen, die durch vier Mauern auf 25 m Entfernung in den Kellerräumen der naturwissenschaftlichen Fakultät zu Bordeaux ausgesandt wurden). So beschloß ich denn, die Nähe meines Laboratoriums und des vermutlichen Totalitätsgebietes der Finsternis für eine ganze Gruppe von Messungen auszunutzen.

Die Ergebnisse dieser Messungen beehre ich mich, hiermit der Akademie vorzulegen.

Die Empfangsstationen befanden sich an folgenden Stellen: Mauroc (Universität Poitiers) zu Saint-Benoît (Vienne), Antenne von 22 m Höhe und 148,50 m Länge; Poitiers (naturwissenschaftliche Fakultät), Antenne von 23,50 m Höhe und 125 m Länge; Saumur (Maine-et-Loire), Schloß, Antenne von 27,50 m Höhe und 90 m Länge.

Jede dieser drei Stationen war mit einer Anordnung ausgerüstet, wie sie in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Diese Anordnung gestattet, einfach durch Betätigung der Kontaktbügel α und β, im Augenblick mit Leichtigkeit die Aufnahme mittels eines Kristalldetektors durch die Aufnahme mittels eines elektrolytischen Detektors zu ersetzen. Bei Verwendung des Kristalldetektors konnte man ferner in weniger als einer Sekunde durch Umlegen eines bei $t\,\varphi$ angeordneten Kontaktes nach 1, 2 oder 3 in den Kreis des Telephonempfängers ein balistisches Galvanometer (Schalter an 1) oder ein außergewöhnlich empfindliches gewöhnliches Galvanometer (Schalter an 2) einschalten, oder das genannte Telephon durch einen Rheostaten Rh kurzschließen.

Man konnte somit die empfangene Energie auf folgende Weisen leicht messen: Entweder nach der Methode des Nebenschlußtelephons mit dem Kristalldetektor oder auch mit dem elektrolytischen Detektor; oder durch Auswertung der Stöße, welche die Nadel des gewöhnlichen Galvanometers G oder des ballistischen Galvanometers B erhielt, während man gleichzeitig im Telephon die Emissionen abhörte, durch deren Eintreffen das Galvanometersystem abgelenkt wurde. Diese Vorsichtsmaßregel gestattete, mit Leichtigkeit und Sicherheit zwischen den Stößen zu unterscheiden, die der ausschließlich vom Eiffelturm kommenden Energie zuzuschreiben waren, und jenen, die gelegentlich von benachbarten Wolken herrühren und gleichzeitig von der Antenne aufgefangen werden könnten.

Im Verlaufe der endgültigen Messungen haben wir die Methode

des Nebenschlußtelephons ganz aufgegeben, da sie nicht genau genug war und keine Sicherheit bot. Es erschien meinen Mitarbeitern und mir selbst unmöglich, die Bedingungen genau festzustellen, unter denen das Ohr aufhörte die Emissionen zu vernehmen.

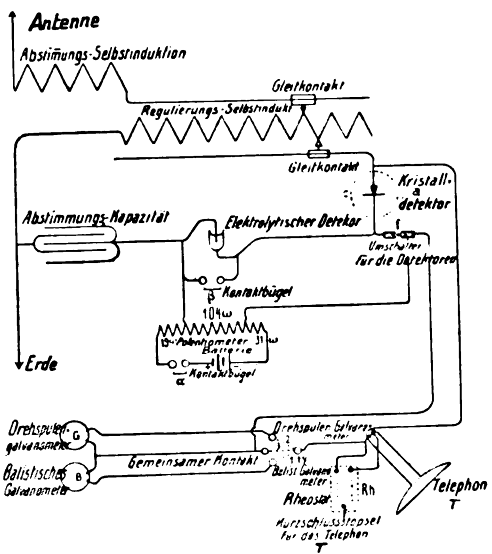


Fig. 1.

Anordnung zur Untersuchung des Einflusses der Sonnenfinsternis auf die Fortpflanzung der elektrischen Wellen (Saumur, Saint-Benoît, Poitiers). Zum Übergang vom Kristalldetektor zum elektrolytischen Detektor: den Kristalldetektor durch den Deckel c kurz schließen; f fortnehmen, Bügel β fortnehmen; Bügel α einsetzen. Zum Wiedereinschalten des Kristalldetektors sind diese Operationen in entgegengesetztem Sinne vorzunehmen. Bei ausgezogenem Stöpsel f' und bei Stellung des Kontaktes $t\varphi \begin{Bmatrix}\text{auf } 1\\ \text{auf } 2\end{Bmatrix}$ schlägt infolge der im Telephon T gehörten Wellen $\begin{Bmatrix}\text{das balistrische Galvanometer } B\\ \text{das Drehspulengalvanometer } G\end{Bmatrix}$ aus. Liegt derselbe Schalter an *3*, so sind die Galvanometer ausgeschaltet, und man kann die Methode des Nebenschlußtelephones anwenden.

Die Kurven in den Figuren 2 und 3 geben die zu Saint-Benoît, zu Poitiers und zu Saumur zur Zeit der Finsternis vorgenommenen Messungen zusammenfassend wieder.

Fig. 2 ist eine Kurve, in der die Messungen zusammengefaßt sind, die am Donnerstag, 4. April 1912, von 6^h a. m. bis Mitternacht zu Poitiers ausgeführt worden sind. Die ausgezogene Kurve bezieht sich auf die Ausschläge des gewöhnlichen Galvanometers G; diese Aus-

schläge rühren in jeder Periode von dem ersten im Verlaufe der zwei Minuten ausgesandten Wellenzüge von 10 Sekunden Dauer her; das Galvanometersystem ging dabei von null aus. Die gestrichelte Kurve bezieht sich auf die Ausschläge des balistischen Galvanometers *B*; diese Ausschläge sind in jeder Periode die von der letzten Emission von 10 Sekunden herrührenden, die im Laufe der 2 Minuten zweistündlich vom Eiffelturm ausgingen.

Die übrigen Emissionen haben Ausschläge herbeigeführt, die am Galvanometer *G* gemessen worden sind und in einer ausführlichen Mitteilung angegeben werden sollen.

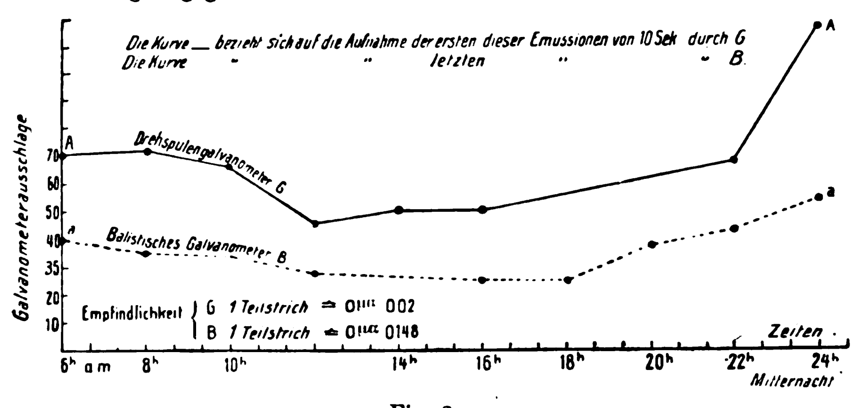


Fig. 2.

Messungen vom Donnerstag, 4. April 1912. Emissionen von 10 Sekunden Dauer aller 10 Sekunden, zweistündlich je 2 Minuten lang, von 6^h a. m. bis Mitternacht.

In Fig. 3 sind sämtliche Messungen vereinigt, die gleichzeitig auf den drei Stationen Saint-Benoît, Poitiers und Saumur am Tage der Finsternis gemacht worden sind. Die ausgezogenen Kurven beziehen sich auf die Messungen mit dem gewöhnlichen Galvanometer (erste Emission), die gestrichelten Kurven auf die Messungen mit dem ballistischen Galvanometer *B* (letzte Emission).

Zu Saumur wurden nur mit dem gewöhnlichen Galvanometer Messungen vorgenommen.

Die Vergleichung der drei Kurvengruppen der Fig. 3 (vom Tage der Finsternis) und der Kurven in Fig. 2 (vom Donnerstag, 4. April) zeigt unleugbar den sehr deutlichen Einfluß der Finsternis auf die Fortpflanzung der Wellen.

Der Höhepunkt der Finsternis wurde zu Poitiers und zu Saint-

Benoît um $12^h\ 6^m$ p. m. beobachtet; die Finsternis war hier partiell Zu Saumur ist dieser Höhepunkt mit großer Sorgfalt von Herrn Lehrer Rivault und von Fräulein Peton, Licenciée es lettres, von der Schloßterrasse aus beobachtet worden; diese Beobachter waren beide mit Uhren ausgerüstet, die nach Zeitsignalen reguliert waren, die vom Eiffelturm ausgesandt wurden. Die beobachtete Finsternis war zylindrisch; infolge der annähernden Gleichheit der scheinbaren Durchmesser

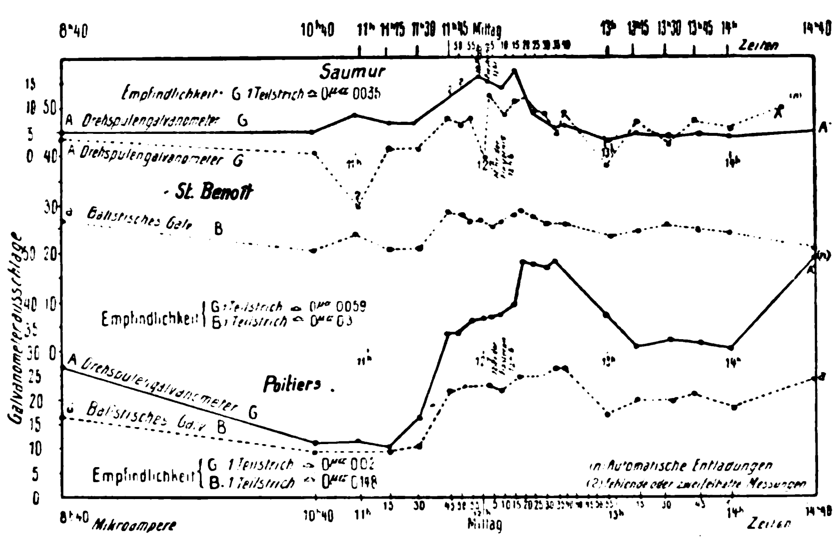


Fig. 3.

Messungen am Tage der Sonnenfinsternis (17. April 1912) zu Poitiers, zu Saint-Benoît und zu Saumur. Emissionen von 10 Sekunden Dauer alle 10 Sekunden, je 2 Minuten lang zu den als Abszissen angegebenen Zeiten. Die Kurven {Poitiers, Saint-Benoît, Saumur} beziehen sich auf die Ausschläge von {G bei der ersten / B bei der letzten} Emission von 10 Sekunden.

von Mond und Sonne verschwand um $12^h\ 01^m$ p. m., die sichtbare Sonnensichel plötzlich am Ostrande und erschien am Westrande wie auf einen Federdruck wieder, eine Erscheinung, die allen aufmerksamen Beschauern einen Ausruf des Staunens entlockte.

Die Kurve für Saumur (Fig. 3, Kurve *Cl'*) zeigt, daß das Maximum der empfangenen Energie bis auf wenige Minuten mit dem Maximum der Dunkelheit zusammenfällt.

Die Kurven für Poitiers und für Saint-Benoît, und zwar, sowohl

die mit dem Galvanometer B aufgenommenen $a\,a'$, als auch die mit dem Galvanometer G aufgenommenen $A\,A'$, zeigen ein Maximum der empfangenen Energie, das um ungefähr 30^{m} gegen das Maximum der Helligkeit verzögert ist. Ist diese Vergrößerung auf einen Luftionisierungseffekt zurückzuführen? Es wäre meines Erachtens erwünscht gewesen, daß im Zusammenhang mit diesen Messungen Beobachtungen ausgeführt worden wären, die über die Ionisation der Luft Aufschluß geben könnten.

(Nach C. R. **154**, 1457—1461, 1912, aus dem Französischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingesandt 1. Juli 1912.)

Einfluß des Tageslichts auf die radiotelegraphische Reichweite. In einem Vortrage vor der New York Electrical Society[1]) gab Marconi auch folgenden bemerkenswerten Bericht über den Einfluß des Tageslichts auf die Reichweite radiotelegraphischer Signale.

Die allgemein angenommene Hypothese über die Ursache dieser Absorption elektrischer Wellen im Sonnenlicht besteht in der Annahme, daß sie beruhe auf der Ionisation der Luft durch die ultravioletten Strahlen der Sonne. Es ist wahrscheinlich, daß der Teil der Erdatmosphäre, welche der Sonne zugewendet ist, mehr Ionen oder Elektronen enthalten wird als der Teil, der sich im Dunkeln befindet, und deshalb wird die bestrahlte und ionisierte Luft etwas Energie der elektrischen Wellen absorbieren.

Es kommt bei diesem interessanten Phänomen viel auf die benutzte Wellenlänge an; lange Wellen sind dem Einfluß des Tageslichts viel weniger unterworfen als kurze Wellen; in der Tat wurde sogar bei den transatlantischen Versuchen mit Wellenlängen von 8000 m an der entfernten Empfangsstation stärkerer Empfang bei Tage als bei Nacht festgestellt.

Kürzlich angestellte weitere Versuche enthüllten ferner die interessante Tatsache, daß die Wirkungen in hohem Maße schwanken mit der Richtung in der die Übertragung geschieht; die Resultate für ein Senden in nördlicher und südlicher Richtung waren oft total verschieden von denen in östlicher und westlicher Telegraphierrichtung. Für mittlere Stationen wie Schiffsstationen mit Wellenlängen von 300—600 m ist die Entfernung, über welche bei Tage telegraphiert werden kann, im allgemeinen unabhängig von der Orientierung der

---

1) Vgl. Electric. World **59**, 887, 1912.

Schiffe untereinander oder zu den Landstationen; dagegen wurden bei Nacht interessante und offenbar seltsame Resultate erzielt. Schiffe über 1000 Seemeilen entfernt von Südspanien oder längs der Küste von Italien können fast immer während den Stunden der Dunkelheit mit den Stationen der englischen Reichspost an den Küsten von England und Irland korrespondieren, während dieselben Schiffe in der gleichen Entfernung auf dem Atlantischen Ozean von den Westküsten dieser Inseln und auf dem gewöhnlichen Kurs zwischen England und Amerika kaum überhaupt eine Verbindung mit diesen Küstenstationen bekommen können, es sei denn höchstens mit außergewöhnlich kräftigen Stationen.

Es ist ferner hervorzuheben, daß elektrische Wellen, die Schiffe im Mittelländischen Meer erreichen sollen, über einen großen Teil von Europa und in manchen Fällen über die Alpen passieren müssen. Solche langen Strecken Land, und speziell wenn hohe Berge vorhanden sind, bilden ein unüberwindbares Hindernis für kurze Wellen bei Tage. Obwohl keine solche Hindernisse zwischen den englischen und irischen Stationen und Schiffen im Nordatlantischen Ozean auf dem Wege nach Nordamerika sich befinden, gehört bei Nacht eine Übertragung über 1000 Meilen zu den größten Seltenheiten.

Obwohl jetzt die Großstationen für die Verbindung über den Atlantischen Ozean benutzt und Telegramme sowohl bei Tage wie bei Nacht gesandt werden können, existieren doch fast täglich regelmäßig Zeitintervalle, in denen die Stärke der Übertragung ein Minimum ist. So sind am Morgen und Abend, wenn infolge des Unterschiedes in der geographischen Länge Tageslicht oder Dunkelheit sich nur über einen Teil des Weges über den Ozean verbreiten, die empfangenen Zeichen am schwächsten. Es sieht fast so aus, als wenn die elektrischen Wellen beim Übergang vom Dunkeln ins Helle und vice versa reflektiert und gebeugt würden in einer Weise, daß sie von ihrer normalen Bahn abgelenkt werden. Spätere Resultate scheinen anzuzeigen, daß es nicht wahrscheinlich ist, daß Schwierigkeiten sich ergeben werden beim Telegraphieren über gleiche Entfernungen Nord und Süd auf ungefähr demselben Meridian, da in diesem Falle der Übergang von Tageslicht zur Dunkelheit sich rapider über der ganzen Entfernung zwischen den beiden Stationen vollzieht.

Bei Versuchen zwischen Clifden und Glace Bay und einem italienischen Schiff auf der Route nach Argentinien, das die Antenne durch Drachen und Ballons bis zu ca. 1000 m hochführte, wurde folgendes festgestellt. Signale wurden ohne Schwierigkeit sowohl bei

Tage wie bei Nacht bis zu Entfernungen von 4000 Meilen von Clifden erhalten; darüber hinaus konnte nur bei Nacht empfangen werden. Bei Buenos Aires, über 6000 Meilen von Clifden entfernt, waren die Nacht-Zeichen sowohl von Clifden wie von Glace Bay im allgemeinen gut. Es ist bemerkenswert, daß die Wellen von Clifden in Buenos Aires so deutlich bei Nacht aufgenommen werden konnten und gar nicht bei Tage, während in Canada die Zeichen von Clifden (Entfernung 2400 Meilen) bei Nacht nicht stärker sind als bei Tage. E.

(Eingesandt 24. Juni 1912.)

Der Einfluß des Tageslichtes auf die Fortpflanzung elektrischer Wellen[1]. Die Nr. 52 der Elektrot. Ztschr. 1911 bringt einen Aufsatz von P. Schwarzhaupt, welcher den Einfluß des Tageslichtes und der Gebirge auf die Fortpflanzung elektrischer Wellen dartun soll.

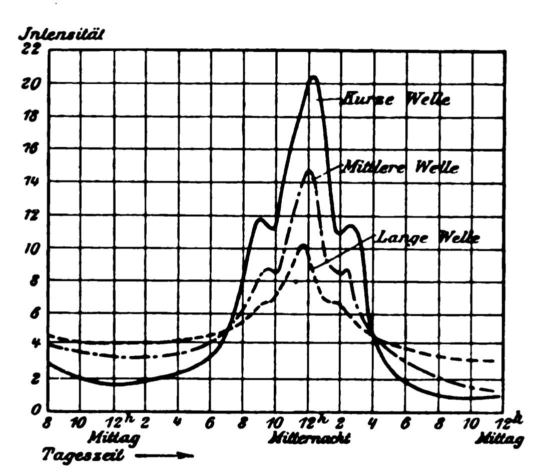


Fig. 1.
Abhängigkeit der Empfangsintensität von der Tageszeit.

Das Sonnenlicht, dessen ionisierende Wirkung auf die Luft deren elektrische Leitfähigkeit vergrößert, verursacht einmal lokal am Sendedraht Energieverluste, andererseits beeinflußt es die Fortpflanzung der ausgesandten Wellenzüge.

In den Tropen, wo der Unterschied zwischen Tageslicht und

---

1) Vgl. Jahrb. 5, 621, 1912.

Dunkelheit besonders ausgeprägt ist, sind diese Erscheinungen natürlich noch weit deutlicher zu beobachten, als in unseren Breiten.

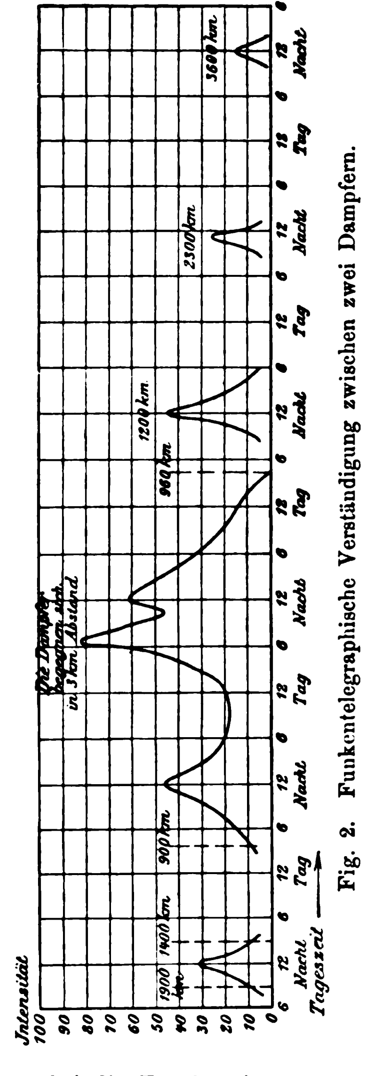


Fig. 2. Funkentelegraphische Verständigung zwischen zwei Dampfern.

Kurze Wellen sind der absorbierenden Wirkung am stärksten unterworfen, ganz analog den Lichtwellen. Bei radiotelegraphischem Verkehr über Gebirge zeigt sich, daß am Tage nur mit langen Wellen eine Verbindung erzielt werden kann, während nachts sowohl kurze als lange Wellen sich hierzu eignen. Demnach scheinen nicht nur die Gebirge sondern auch das Tageslicht diese Ungleichheit zu verursachen.

Als Beispiele werden die Resultate zweier umfangreicher Versuchsserien angeführt.

Das erste Experiment fand zwischen zwei festen Landstationen statt, zwischen denen sich ein ca. 1000 km langes Gebirgsland ausdehnte. Die Kurve Fig. 1 zeigt, daß die Empfangsintensitäten aller Wellenlängen bei konstanter Sendeenergie zur Nachtzeit ansteigen und am Tage wieder abfallen. Während die kürzeren Wellen nachts ihr Maximum erreichen, sind dieselben am Tage längeren Wellen gegenüber bedeutend im Nachteil.

Der zweite Versuch (Kurve 2) wurde zwischen zwei Dampfern angestellt, deren gegenseitige Entfernung sich ständig änderte. Die Fahrt begann damit, daß die beiden Schiffe aus ca. 2000 km Entfernung sich entgegenfuhren. Zunächst wurde nur in der Nacht eine Verbindung erzielt, wobei die Empfangsintensität gegen Mitternacht stark stieg und gegen Morgen wieder abfiel. Erst als die Entfernung die Hälfte der ursprünglichen betrug, wurde auch am Tage verkehrt. Nachdem die Dampfer

sich begegnet waren, wiederholten sich dieselben Erscheinungen in umgekehrter Reihenfolge. Es gelang infolge der Aufmerksamkeit, welche die Experimentierenden diesem bisher unbekannten Phänomen schenkten, den Nachtverkehr bis auf 3600 km auszudehnen. Daraus ergab sich, daß in der Nacht die Reichweite einer Funkenstation die Fernwirkung am Tage um das 3—4fache übertreffen kann. E.

(Eingesandt 25. April 1912.)

Interferenz zwischen elektrischen Wellen von der gleichen Antenne von Lee de Forest.

In den westlichen Vereinigten Staaten (Amerika) sind seit mehr als Jahresfrist eine Anzahl von drahtlosen Großstationen in regulärem Betrieb für kommerzielle Zwecke. Es sind Stationen der Federal Telegraph Company nach dem Poulsen-System, deren Apparate jedoch durch amerikanische Technik erheblich modifiziert sind. Die Entfernungen betragen 100 bis 2000 engl. Meilen über Land und sind von verschiedenster Art (eben, gebirgig, feucht, trocken, bewaldet usw.).

Bei dieser ausgedehnten Anwendung kontinuierlicher elektrischer Wellen bin ich auf ein ganz unerwartetes und bemerkenswertes Phänomen aufmerksam geworden. Es besteht darin, daß, zu gewissen Zeiten fast täglich im ganzen Jahre, und unter gewissen meteorologischen Bedingungen, höchst überraschende Änderungen der Empfangsintensität zu bemerken sind, wenn Wellen von gewissen Wellenlängen benutzt werden.

Beispiel: Die Los Angeles(Californien)-Station arbeite mit einer Welle von 3260 m und einer „Kompensationswelle" von 3100 m (d. h. bei niedergedrücktem Morsetaster ist die Wellenlänge 160 m länger wie bei gehobenem Taster, wobei also die kürzere Welle permanent ausgestrahlt wird mit Ausnahme der Intervalle, wo die Zeichen gegeben werden.

Fast plötzlich kommt es dann vor, daß diese „Senderwelle" sehr schwach wird oder gar nicht mehr an der San Francisco-Empfangsstation aufgenommen werden kann (Entfernung 350 Meilen nordwärts), während sie von normaler Stärke bleibt für Station Phoenix, Arizona (300 Meilen östlich). Indessen langt die „Kompensationswelle", die ca. 5 $^0/_0$ kleiner ist, nach wie vor in San Francisco mit voller Stärke oder sogar manchmal mit größerer Intensität an.

Dieses Phänomen des Absterbens der Wellen ereignet sich oft, besonders an unseren Stationen nahe dem Stillen Ozean; es wurde für Wochen jeden Abend beobachtet und verschwand dann wieder

vollständig zu anderen Zeiten. Der Operateur hat sich infolgedessen auf eine Umwechselung der beiden Wellen für die wirksame Welle eingerichtet.

Die Erscheinung dauert oft mehrere Stunden und bis in die Nacht hinein; dann verschwindet sie plötzlich und beide Wellen haben wieder ihre gewöhnliche Intensität. Dieser Intensitätswechsel tritt bald für die eine bald für die andere Welle auf, oder auch für beide; in letzterem Falle kann der Operateur dann eine ganz neue Wellenlänge einstellen, die gut empfangen wird. Meistens aber bleibt eine der beiden Wellen kräftig in der Intensität oder mit anderen Worten, solche Wellen, die sich in der Länge um einige hundert Meter unterscheiden, sterben nicht gleichzeitig ab.

Diese „selektive Absorption“ scheint nicht an besondere Orte gebunden und tritt meistens ein bei Sonnenuntergang, dauert bis tief in die Nacht hinein; dagegen wird sie selten um die Mittagszeit beobachtet.

Zuerst glaubte ich die Erscheinung durch veränderte Bedingungen am Sender oder Empfänger erklären zu können z. B. durch Veränderungen der Antennenkapazität infolge Nebel usw. Aber die Hartnäckigkeit der Erscheinung, sowie die Tatsache, daß keine neue Abstimmung am Empfänger zum Ziel führt, wenn die wirksame Welle abzusterben beginnt obwohl gleichzeitig an anderen Stationen gut weiterempfangen wird, läßt eine Erklärung auf Grund atmosphärischer Absorption, wie sie bekanntlich für die Reduktion großer Reichweiten bei Tageslicht gegenüber bei Nacht angenommen wird, nicht zu.

Man kann unmöglich annehmen, daß eine Welle von 3260 m, bisher von guter Intensität, auf 350 Meilen Entfernung vollständig absorbiert werden soll, während zu gleicher Zeit eine Welle von 3100 m in voller Stärke wirksam bleibt, zumal es manchmal die längere, manchmal die kürzere Welle ist, welche abstirbt. Auch eine Annahme hat nicht viel für sich, daß Änderungen der beugenden Wirkung einer niedrig hängenden Wolkenbank oder von Schichtwolken eine Ablenkung eines Wellenzuges über eine Empfangsstation hinweg veranlassen, während gleichzeitig Wellenzüge mit 5 % Wellenlängendifferenz gleich gut oder gar stärker (wie es häufig beobachtet wurde) empfangen werden.

Es ist jedoch möglich, daß unter gewissen atmosphärischen Bedingungen, wie durch die Anwesenheit von niedrig hängenden Wolken oder Nebelmassen (was zu gewissen Jahreszeiten längs der Küste des Stillen Ozeans mit großer Regelmäßigkeit eintritt), die Energie der

oberen Teile der Welle abgelenkt bzw. nach unten gebeugt wird. Auf die Empfangsantenne wirken dann zwei Wellenzüge mit ungleichen Weglängen oder gar mit ungleichen Geschwindigkeiten. Dadurch existiert eine Phasenverschiebung und Interferenz für gewisse Orte, die Knotenpunkte werden, wo totale oder partielle Auslöschung der Schwingungen resultiert.

Die Möglichkeit einer solchen Interferenz ist schon von verschiedenen Autoren in ihren Spekulationen über die Ausbreitung elektrischer Wellen an der Erdoberfläche angenommen worden. So sagt z. B. Dr. Pierce (Harvard University) in seinem Buch „Principles of Wireless Telegraphy" folgendes: „Die oberen Schichten der Atmosphäre, die durch Sonnenstrahlung leitend geworden sind, dürften bis zu einem gewissen Grade als Reflektor der elektrischen Wellen dienen und ihre Ausbreitung so auf die Erdoberfläche beschränken; die Übertragung würde dann besser am Tage geschehen, ausgenommen den Fall einer möglichen Interferenz zwischen der direkten und reflektierten Welle. Diese Interferenz, falls sie existiert, würde Wellen von gewissen Längen verstärken und möglicherweise Wellen von differenter Wellenlänge vernichten, so daß man durch Änderung der Wellenlängen über einen Bereich entsprechend einer Halbperiode diese Interferenz zum Vorteil wenden könnte. Solche Wirkungen sind bis jetzt nicht beobachtet worden."

Dr. Pierces Schlußfolgerungen hinsichtlich besserer Übertragung bei Tage stehen bekanntlich im Widerspruch mit den Tatsachen. Die Ionisation der niederen Luftmassen durch das Licht wirkt in höherem Maße der Reflexion an den oberen Schichten entgegen. Dagegen glaube ich, daß man jetzt reichlich Belege für eine solche Reflexion bei eintretender Dunkelheit hat.

Wie kommt es nun, daß die vorerwähnten Tatsachen bis jetzt unbeachtet blieben? In der Funkentelegraphie wurden meistens nicht zwei Wellen von annähernd gleicher Wellenlänge benutzt (ausgenommen den Fall der beiden Koppelungswellen in gekoppelten Systemen). Änderungen der Senderwelle werden wohl selten vorgenommen oder sind von erheblich größerer Ordnung als bei meinen Versuchen mit den kontinuierlichen Schwingungen, die die Erscheinung vielleicht deutlicher hervortreten lassen.

Es würde interessant sein zu erfahren ob ähnliche Wirkungen mit ungedämpften Wellen in anderen Klimas beobachtet wurden oder ob solche auf atmosphärische und örtliche Bedingungen, wie ich sie vorstehend genannt habe, beschränkt sind.

Infolge großer Inanspruchnahme der Stationen durch kommerzielle Telegramme konnte ich bisher eine beabsichtigte Versuchsreihe noch nicht ausführen, in der die Senderwelle in kleinen sukzessiven Schritten in der Länge verändert werden soll, um zu bestimmen bei welchen Intervallen in Wellenlängen diese Erscheinung der Interferenz bzw. des Absterbens einem Maximum und wann einem Minimum zustrebt.

Wissenschaft und Praxis müssen da noch sehr Hand in Hand arbeiten, ehe man zu einer exakten Formulierung gelangen kann.

(Etwas gekürzt, nach dem Englischen. E.)

(Eingesandt 31. Juli 1912.)

R. Rüdenberg, Der Empfang elektrischer Wellen in der drahtlosen Telegraphie[1]), Ann. d. Phys. **25**, 446 ff., 1908.

Das Problem der Absorption der Wellen in Empfangsstationen unter besonderer Berücksichtigung der speziellen Verhältnisse bei der drahtlosen Telegraphie wurde zuerst von R. Rüdenberg behandelt.

Über diese Abhandlung soll im folgenden berichtet werden, da der Gegenstand in neuerer Zeit wichtig geworden ist.

Für den Resonator der drahtlosen Telegraphie sind beim Ansatze der Rechnung drei Gesichtspunkte gleichzeitig zu berücksichtigen: 1. die Eigenschwingungen des Empfangssystems, 2. sein elektrischer oder ähnlich dissipativer Widerstand, 3. seine Rückwirkung auf das ursprüngliche Strahlungsfeld.

Der Betrachtung wird die quasistationäre Strömung zugrunde gelegt. Durch die Nichtbeachtung der nicht quasistationären Strömung im Innern des Empfangssystems verzichtet man nur auf die genauere Kenntnis der Stromverteilung im Innern des Resonators, die nach außen in Erscheinung tretende Wirkung der nicht quasistationären Strömung wird als Rückwirkung auf das Feld in der vom Resonator entsandten Wellenstrahlung berücksichtigt.

Für die weiteren Rechnungen reduziert man die elektrischen Abmessungen des Empfangskreises auf den Antennenkreis und führt statt dieses einen idealen Ersatzstromkreis, einen äquivalenten Dipol ein, dessen Eigenschwingung der des Empfangssystems, dessen Stromstärken und Spannungen den mittleren Werten des wirklichen Systems entsprechen.

---

1) Wir haben Herrn Dr. Rüdenberg gebeten die theoretische Untersuchung auch auf den gedämpften Wellenempfang auszudehnen, und will er unserem Wunsche, sobald es seine Zeit erlaubt, entsprechen.

Die Redaktion.

Die quasistationäre Strömung im Ersatzstromkreis setzt kleine Abmessungen desselben voraus. Die Länge l des Dipols muß also klein gegen die Wellenlänge λ sein. Durch diese Annahme wird die Rechnung sehr vereinfacht.

Energiebilanz des Resonators.

Ist e die Ladung des äquivalenten Dipols, i die Stromstärke zur Zeit t, dann ist seine innere Energie

$$U = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C} + \frac{1}{2} L \left(\frac{d e}{d t} \right)^2 \tag{1}$$

wobei C seine Kapazität und L die Selbstinduktion ist. In Wärme wird die Leistung $Q = R i^2 = R \left(\frac{d e}{d t} \right)^2$ verwandelt, wobei R der Ohmsche Widerstand des Systems ist. Die von den auffallenden Wellen auf den Schwingungskreis ausgeübte elektromotorische Kraft ist $\mathfrak{E} \cdot l$, es wird somit die Leistung $W_e = \mathfrak{E} \cdot l \cdot i = \mathfrak{E} \cdot l \cdot \frac{d e}{d t}$ aus dem Strahlungsfelde auf den Schwingungskreis übertragen.

Die in der Zeiteinheit vom Dipol ausgestrahlte Leistung läßt sich nach H. Hertz zu

$$W_a = - \frac{2}{3} \frac{l^2}{c} \frac{d e}{d t} \frac{d^3 e}{d t^3} \tag{2}$$

berechnen, worin c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet und der Faktor

$$S = \frac{2}{3} \frac{l^2}{c} \tag{3}$$

nur von den Abmessungen des Schwingungskreises abhängt.

Nach dem Energieprinzip ist:

$$\frac{d U}{d t} + Q + W_a - W_e = 0 \tag{4}$$

es ergibt sich also die Schwingungsgleichung für den Empfangsstromkreis

$$\frac{1}{C} e + R \frac{d e}{d t} + L \frac{d^2 e}{d t^2} - S \frac{d^3 e}{d t^3} = \mathfrak{E} l \tag{5}$$

Sind die über die Empfangsstation hinwegziehenden Wellen ungedämpft, so ist für den stationären Zustand, der hier nur betrachtet werden soll:

$$\mathfrak{E} = E \sin \omega t \tag{6}$$

Die Eigenschwingungszahl in 2π Sekunden sei

$$\omega_0 = \frac{l}{\sqrt{CL}} \tag{7}$$

dann ergibt sich durch Integration der Gleichung (5) die aus dem Strahlungsfelde absorbierte und in Wärme verwandelte Energie im zeitlichen Mittel zu:

$$Q = \frac{1}{2}(E\,l)^2 \frac{R}{\left[\left(\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1\right) L\,\omega\right]^2 + \left[R + S\,\omega^2\right]^2} \tag{8}$$

und die vom Dipol ausgestrahlte Energie:

$$W_a = Q\,\frac{S\,\omega^2}{R} \tag{9}$$

Für den Fall des Isochronismus: $\omega_0 = \omega$ ergibt sich für die nutzbar absorbierte Energie Q wie auch für die zerstreute Energie W_a ein starkes Maximum. Für diesen Fall wird

$$Q = \frac{1}{2}(E \cdot l)^2 \frac{R}{(R + S\,\omega^2)^2} \tag{10}$$

Außer dem Ohmschen Widerstande der Drahtleitungen kommt demnach noch ein Strahlungswiderstand $S\,\omega^2$ in Frage, der wie ein gewöhnlicher in Serie geschalteter Widerstand wirkt. Dieser Strahlungswiderstand in Ohm ergibt sich zu $S\,\omega^2 = 80\,\pi^2 \frac{l^2}{\lambda^2}$, hängt also sowohl von der Dipollänge l als auch von der Wellenlänge λ der Strahlung in hohem Maße ab. Man muß daher bei Frequenz- und Dämpfungsmessungen, um einwandfreie Resultate zu erzielen, stets die primäre Frequenz konstant halten.

Der Maximalwert des Resonatorstromes, bei verschwindendem Ohmschen Widerstand, wird

$$J = \frac{E\,l}{S\,\omega^2} = \frac{3}{2}\,\frac{c\,E}{l\,\omega^2} \tag{11}$$

also um so größer, je kleiner die Dipollänge und die Frequenz ist.

Untersucht man bei Isochronismus und bei konstanter Intensität der eintreffenden Wellen die Energie, die mit Hilfe eines Resonators dem Strahlungsfelde entzogen werden kann, so ergibt sich die in Fig. 1 dargestellte Abhängigkeit der Energie Q vom Leitungswiderstand R. Der maximale Wert der absorbierbaren Energie ergibt sich für $R = S\,\omega^2$ zu

$$Q_{\max.} = \frac{3}{(8\pi)^2} \cdot \frac{E^2 \lambda^2}{c} \tag{12}$$

einem Werte, der im wesentlichen von der Wellenlänge und in keiner Weise von der Dipollänge abhängt.

In diesem günstigsten Falle ist die absorbierte Energie gleich der zerstreuten.

Spricht der Detektor auf Spannung statt auf Energie an, so ergeben sich etwas andere Schlüsse, außer kleinen Kondensatorbelegungen sind auch hier wieder große Wellenlängen günstig für die Empfängerwirkung. Die günstigste Länge des äquivalenten Dipols wird $l = \frac{\lambda \sqrt{R}}{28,1}$, wobei R wieder der Widerstand in Ohm ist. Dieser Wert gilt allgemein für sämtliche Arten von Detektoren.

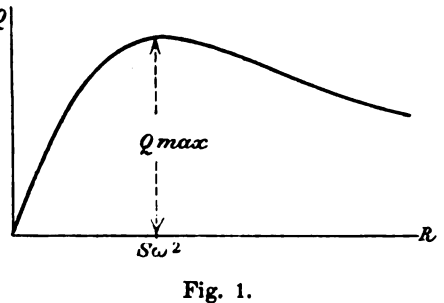


Fig. 1.

Zusammenhang zwischen äquivalenter Dipollänge und Abmessungen der Empfangsantennen.

In einem mit großer Kapazität belasteten Luftleiter von der Länge Λ ergibt sich, wenn durch die ankommenden Wellen die Grundschwingung erregt wird, konstante Stromverteilung über die Länge des Drahtes; die äquivalente Dipollänge wird l'

$$l' = 2\Lambda \tag{13}$$

wenn man die Antenne einschließlich ihres Spiegelbildes unter der Erde in Betracht zieht. Da aber nur der Raum über der gut leitenden Erdoberfläche in Frage kommt[1]) und die zerstreute Energie nach Gleichung (2) vom Quadrate der Dipollänge abhängt, so wird

$$l = \sqrt{2}\,\Lambda \tag{14}$$

1) Herr Dr. Rüdenberg teilt mir mit: „Hier ist nur die Energie berücksichtigt, die eine strahlende Antenne in den Halbraum über der Erde entsendet. Sendet sie auch erhebliche Energie durch die Erde selbst fort, was bei schlechter Leitfähigkeit der Erdschichten geschehen kann, so ist die für den Strahlungswiderstand maßgebende äquivalente Dipollänge etwas größer anzusetzen.

Schirmantennen — bei denen man $\varDelta$ etwa bis zur Mitte des Daches rechnet — kommen den theoretischen Voraussetzungen recht nahe, dagegen erfüllt der einfache lineare Leiter — bei dem die Stromstärke sinusförmig nach unten abnimmt — die Voraussetzungen am schlechtesten.

Durch Vergleich des von M. Abraham bestimmten Wertes der Energiestrahlung mit dem rechnungsmäßigen Strahlungsverlust ergibt sich für eine lineare Antenne, die in ihrer Eigenperiode schwingt, also mit einer Wellenlänge $\lambda = 4\varDelta$ eine äquivalente Dipollänge

$$l = 0{,}860\ \varDelta \tag{15}$$

der Strahlungswiderstand dieser Antenne wird

$$S\omega^2 = 36{,}6 \text{ Ohm} \tag{16}$$

Zu fast demselben Wert der Dipollänge gelangt man auch, wenn man wegen der sinusförmigen Stromverteilung den Wert $l = \sqrt{2}\,\varDelta$ mit $\frac{2}{\pi}$ multipliziert, es wird dann

$$l = 0{,}897\ \varDelta \tag{17}$$

Diese einfache Methode der Rechnung läßt sich auch für Antennen anwenden, deren Länge durch Einschaltung von Selbstinduktion künstlich vergrößert wird. (Fig. 2) hier wird

$$l = \frac{\lambda}{\pi\sqrt{2}}\ \frac{1 - \cos 2\pi\frac{\varDelta}{\lambda}}{\sin 2\pi\frac{\varDelta}{\lambda}} \tag{18}$$

Für Antennenlängen, die klein gegen $\frac{\lambda}{4}$ sind, ergibt sich hieraus

$$l = 0{,}707\ \varDelta \tag{19}$$

also die Hälfte des Wertes $l = \sqrt{2}\,\varDelta$, den man für konstante Stromverteilung über den Leiter erhält. Dieses Resultat ist ohne weiteres einzusehen, da hier die Stromstärke geradlinig von der Spitze bis unten zunimmt, die Strahlung also halb so groß als in dem obigen Beispiel ist.

Zwischen $l = \sqrt{2}\,\varDelta$ und $l = 0{,}707\ \varDelta$ liegen die praktischen Werte der äquivalenten Dipollängen. Der Strahlungswiderstand liegt somit in den Grenzen

$$S\omega^2 = (400-1600)\frac{\varDelta^2}{\lambda^2} \text{ Ohm} \tag{20}$$

Einfluß eines sekundären Leiters im Strahlungsfeld.

Streicht über einen Resonator vom Polabstand l, in einer zu l senkrechten Richtung ein Wellenzug, so wird das Amplitudenverhältnis der im Resonator erzeugten Welle zur primären Welle für einen Punkt in der Äquatorialebene mit dem Abstand r vom Resonator

$$\varepsilon = \frac{3}{2}\,\frac{\sqrt{1-\varrho^2+\varrho^4}}{\varrho^3}\;\frac{1}{\sqrt{\left[\frac{L\omega}{S\omega^2}\left(1-\frac{\omega_0^{\,2}}{\omega^2}\right)\right]^2+\left[1+\frac{R}{S\omega^2}\right]^2}} \qquad (21)$$

wobei $\varrho = 2\pi\frac{r}{\lambda}$.

Die Störung des ursprünglichen Feldes ist also um so stärker, je

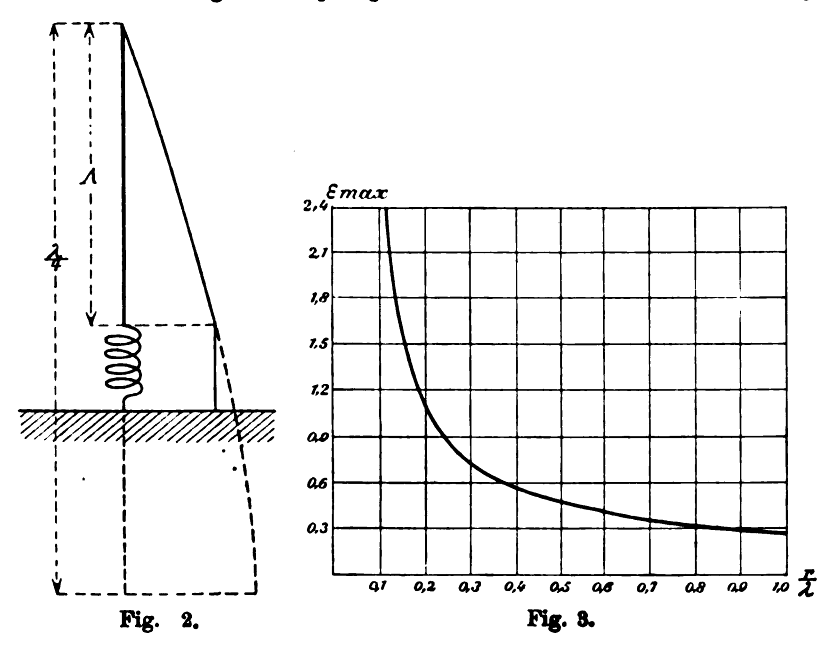


Fig. 2. Fig. 3.

näher die Resonatorperiode dem Isochronismus kommt, je geringer sowohl der Ohmsche Widerstand als auch der induktive $L\omega$ im Verhältnis zum Strahlungswiderstand $S\omega^2$ ist. Die größte Störung würde bei Isochronismus und verschwindendem Ohmschen Widerstande auftreten, sie ist dann nur vom Verhältnis $\frac{r}{\lambda}$ abhängig. Diese Abhängig-

keit ist in Fig. 3 dargestellt. Praktisch ergibt sich für eine Änderung der Feldstärke um 1% aus $\varepsilon_s = \frac{1}{100} = \frac{3}{2\varrho}$ ein Störungsradius

$$r_s = \frac{300}{4\pi\lambda} \cong 24\,\lambda \tag{22}$$

Bei nicht widerstandslosem Resonator wird r_s kleiner. In Fig. 4 ist das elektrische Feld in der Meridian- und Einfallsebene und in Fig. 5 das magnetische Feld in der Äquatorialebene wiedergegeben.

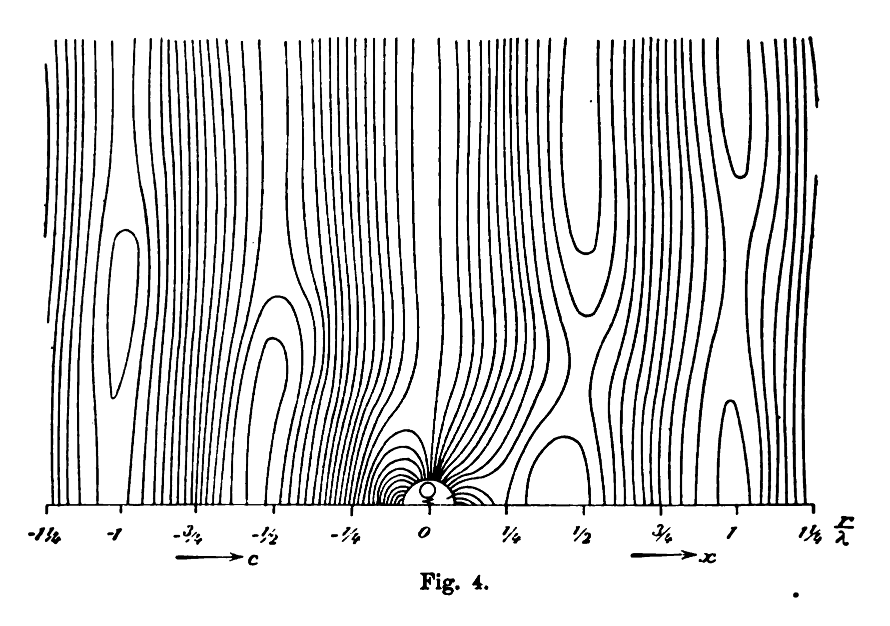


Fig. 4.

Am Schlusse der Abhandlung wird die vom Resonator nutzbar absorbierte Energie mit dem Energiestrom verglichen, der durch eine bestimmte Fläche im ungestörten Strahlungsfelde wandert.

Nach Poynting ist das zeitliche Mittel des Energiestromes pro 1 qcm Fläche

$$\mathfrak{S} = \frac{1}{8\pi c} E^2 \tag{23}$$

in elektromagnetischen Einheiten, die nutzbar absorbierte Energie ergibt sich aus Gleichung (8). Beide Leistungen werden gleich für eine Fläche

$$F = \frac{Q}{\mathfrak{S}} = \frac{3}{2\pi}\lambda^2 \frac{\frac{R}{S\omega^2}}{\left[\frac{L\omega}{S\omega^2}\left(1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right)\right]^2 + \left[1 + \frac{R}{S\omega^2}\right]^2} \qquad (24)$$

Die Energie, die im Empfänger dem Strahlungsfelde entzogen werden

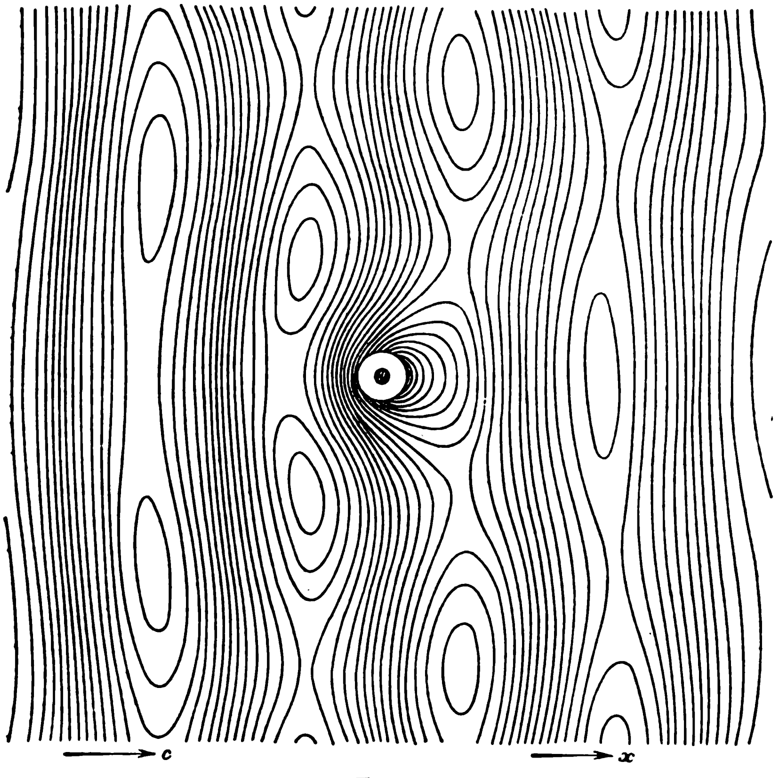


Fig. 5.

kann, ist, wie sich auch schon früher ergab, um so größer, je größer das Quadrat der Wellenlänge.

Für $R = S\omega^2$ und $\omega_0 = \omega$ wird die Fläche $F = \frac{3}{2\pi}\lambda^2\frac{1}{4}$ ein Maximum und der Radius der kreisförmigen Absorptionsfläche

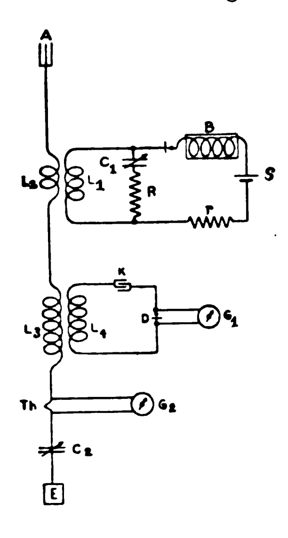
$$r_a = 0{,}1946\,\lambda \cong \frac{\lambda}{5}$$

Mit einem einzelnen Resonator kann also aus dem Strahlungsfelde im Vergleich zur ganzen vorhandenen nur sehr wenig Energie aufgesaugt werden, noch dazu mit einem Wirkungsgrad, der im günstigsten Falle 50 % erreicht. Mit Recht hält daher der Verfasser den Gedanken an die Möglichkeit einer rationellen Energieübertragung auf drahtlosem Wege für völlig aussichtslos.

Heinrich Hochschild.
(Eingesandt 1. August 1912.)

Die Messung elektrischer Schwingungen in der Empfangsantenne[1]) von L. W. Austin.

In einer anderen Veröffentlichung[2]) habe ich dargetan, daß der Perikon-Detektor durch Vergleichung mit einem Thermoelement in einem Stromkreise geeicht werden kann, mit dem er gekoppelt ist Wenn das Thermoelement geeicht ist, so daß man den Zahlenwert der oszillierenden Ströme im zweiten Stromkreise kennt, so kann man bei den gegebenen Frequenz- und Koppelungsverhältnissen den Perikondektor zur quantitativen Messung sehr kleiner Ströme in dem Stromkreise benutzen, mit dem er gekoppelt ist. Dieses Verfahren ist zum Gebrauch bei der Bestimmung des Zahlenwertes der Ströme in einer Antenne für drahtlose Telegraphie während des Empfanges von Signalen entwickelt worden.



Die Figur zeigt die im hiesigen Laboratorium zu diesem Zwecke angewandte Schaltung. Hier ist AE der Antennenkreis mit den Induktanzen L_2 und L_3 zur Abstimmung und Koppelung. Unterhalb der Induktanz L_3 befindet sich ein Tellur-Konstantan-Thermoelement[3]) von 15 Ohm Widerstand, das an ein Galvanometer G_2 von 8 Ohm Widerstand angeschlossen ist, welches seinerseits einen Ausschlag von 1 mm für $1,8 \times 10^{-8}$ Ampere liefert. Zwischen das Thermoelement und die Erde kann ein variabler Luftkondensator C_2 von 0,001 Mikro-

---

1) Nach der Phys. Ztschr. **12**, 1133, 1911.
2) Bull. Bur. of Stand. **6**, 530, 1910.
3) Bull. Bur. of Stand. **7**, 301, 1911.

farad Kapazität zum Zwecke der Abstimmung eingeschaltet werden, wenn die aufgenommenen Signale sehr kurze Wellenlänge haben. Der Detektorkreis besteht aus einer Induktanz L_4, einem Kondensator K von 0,04 Mikrofarad Kapazität und dem Perikondetektor D mit dessen Galvanometer G von 2000 Ohm Widerstand und einer Empfindlichkeit von $1,28 \times 10^{-9}$ Ampere für 1 mm Ausschlag auf der Skala.

Ehe man mit den Messungen beginnt, muß man zunächst das Thermoelement mit Hochfrequenzströmen eichen, und zwar durch Vergleichung mit einem empfindlichen Hitzdrahtamperemeter durch Ablesung mittels Spiegels und Skala[1]. Der Widerstand des bei diesem Versuch benutzten Amperemeters beträgt 15 Ohm, und 1 Milliampere liefert bei 1 Meter Skalenabstand einen merklichen Ausschlag. Wenn die Kreise in der Weise geschaltet sind, wie es die Figur zeigt, so ist die Antenne auf die einfallenden Signale abgestimmt, die für Meßzwecke am besten lange Striche sein sollten, und die Koppelung zwischen L_3 und L_4 ist dann so eingestellt, daß das mit dem Perikondetektor verbundene Galvanometer den größten Ausschlag gibt[2]. Wenn die Signale aufgehört haben, wird der Summerkreis L_1 C_1 auf Resonanz mit dem Antennenkreise eingestellt und eben eng genug mit ihm gekoppelt, daß ein ablesbarer Ausschlag des Thermoelement-Galvanometers erzeugt wird, während an dem mit dem Perikondetektor verbundenen Galvanometer ein großer Ausschlag hervorgerufen wird. Das Verhältnis zwischen diesen Ausschlägen setzt uns ohne weiteres in den Stand, zu berechnen, wie viele Mikroampere bei irgendeinem gegebenen Galvanometerausschlage in der Antenne fließen, wenn wir annehmen, daß die Ausschläge dem Quadrate der Stromstärke proportional sind. Wir können mit Sicherheit den Fehler in dieser Annahme als kleiner ansehen als die Beobachtungsfehler infolge der Schwankungen in den auftreffenden Signalen selbst, vorausgesetzt, daß die induktive Reaktanz des nicht abgestimmten Kreises kleiner gehalten wird als der Widerstand des Detektors[3]. Eine noch größere Genauigkeit kann man erlangen, wenn man den zum Vergleich zwischen Thermoelement und Perikondetektor benutzten Erregerkreis auf dasselbe Dekrement einstellt wie die Sendestation. Das kann man leicht in der Weise machen, daß man die Antenne während des Empfanges der Signale so verstimmt, daß die Ausschläge des Perikon-Galvanometers auf die

---

1) Electr. World 49, 308, 1907.

2) Die Koppelung ist gerade lose genug gemacht, daß der Ausschlag zu sinken beginnt.

3) Zenneck, Leitfaden der drahtlosen Telegraphie, S. 78.

Hälfte herabgesetzt werden. Dann führt man in den Erregerkreis einen Widerstand R aus dünnem Draht ein, bis dieselbe Änderung an der Abstimmung der Antenne die von dem Erreger hervorgerufenen Ausschläge auf die Hälfte herabmindert. Dann vertritt der Erregerkreis die Sendestation vollkommen. Dieses Verfahren gestattet auch, den Zahlenwert des Dekrements der auftreffenden Wellen unmittelbar zu bestimmen. Tatsächlich werden die Fehler in der Strommessung, die infolge von Verschiedenheiten zwischen der Dämpfung des Erregers und jener der Sendestation entstehen, klein sein, wenn das Dekrement des Erregers irgendwo zwischen 0,15 und 0,3 liegt, denn die Änderung des Verhältnisses zwischen den Strömen im Antennenkreise und im nicht abgestimmten Detektorkreise hängt sehr wenig von der Dämpfung des Senderkreises ab, sofern diese nicht äußerst klein ist.

Wenn der effektive Widerstand des Empfängerkreises im ganzen bekannt ist, so kann man die empfangene Energiemenge berechnen und erhält somit eine Gelegenheit, das Verhältnis zwischen ausgestrahlter und empfangener Energie unter verschiedenen Verhältnissen und für verschiedene Entfernungen experimentell zu bestimmen.

Das Galvanometer in Verbindung mit dem Perikondetektor ist beträchtlich empfindlicher als jedes Telephon; für lange Striche gibt es ungefähr 3 mm Ausschlag bei den schwächsten Signalen, die in den besten Telephonen im Laboratorium hörbar sind. Dadurch wird es möglich, an allen Signalen, die mit den gewöhnlichen Empfangsapparaten wahrnehmbar sind, mit ziemlicher Genauigkeit Messungen vorzunehmen [1]).

Was die Genauigkeit des Verfahrens angeht, so muß natürlich zugegeben werden, daß sie von zwei Extrapolationseichungen abhängig ist; sorgfältige Messungen zeigen aber, daß die Proportionalität zwischen dem Galvanometerausschlag und dem Quadrat der Stromstärke sowohl für den Fall des Perikondetektors für den vorliegenden Zweck durchaus hinreichend ist.

In der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse einer Anzahl von Messungen an Signalen wiedergegeben, die von verschiedenen Stationen aus empfangen wurden [2]).

Die Tabelle erklärt sich selbst. Die höhere Absorption auf dem Lande zeigt sich deutlich in den Fällen der „Salem“ und der „Birmingham“. Bei derselben Leistung und annähernd derselben ausgestrahlten

---

1) Messungen an schwachen Signalen lassen sich natürlich nur machen, wenn keine atmosphärischen Störungen vorhanden sind.

2) Alle Messungen wurden bei Tage vorgenommen.

Stationen	Verzeichnete Leistung in Kilowatt	Wellenlänge in m	Ungefähre Entfern. in engl. Meilen	Ausschlag des Perikon-Detektors in mm	Verhältnis Perikon	Thermoelem.	Empfangene Stromstärke in Amp. 10^{-6}	Effektiver Empfangswiderstand in Ohm	Empfangene Energie in Watt 10^{-8}
Philadelphia (Werft)	3	750	100	32	457		56,3	25	8
Brant Rock	60	3750	350	330	1280		108	80	93,5
U.S.S. „Salem" (in New York) . . .	10	1000	185	100	540		91	38	31,5
U. S. S. „Birmingham" (auf See)	10	1000	115	300	540		93,3	38	36,5
Washington (Werft)	2	900	6	Direkt am Thermoelem. abgelesen			1400	25	4900

1 mm am Thermoelement-Galvanometer = $213 \cdot 10^{-6}$ Ampere Antennenstrom.

Energiemenge ergab die „Birmingham" an der Empfangsstation in 300 Meilen Entfernung mehr Energie als die „Salem" in 185 Meilen, da der Weg für die Strahlung der „Birmingham" zu mehr als zwei Dritteln über See ging.

Die von der „Birmingham" ausgestrahlte Energie läßt sich folgendermaßen berechnen: Die Höhe der Antenne mit flachem Kopf betrug annähernd 40 Meter und die Wellenlänge 1000 Meter. Nach der Formel für die Hertzsche Strahlung ist:

$$R = 1600 \frac{h^2}{\lambda^2} = 2,57 \text{ Ohm}$$

Die Stromstärke des Antennenstromes betrug 33 Ampere.
Die ausgestrahlte Energie betrug:

$$E = 33^2 \times 2,57 = 2,8 \cdot 10^3 \text{ Watt.}$$

Das Verhältnis zwischen empfangener und ausgestrahlter Energie war

$$\eta = \frac{36,5 \cdot 10^{-8}}{2,8 \cdot 10^3} = 1,30 \cdot 10^{-10}$$

Bei stärkeren Signalen kann man natürlich die empfangene Energie direkt am Thermoelement in der Antenne messen, indem man den Perikonkreis entfernt oder so lose koppelt, daß keine merkliche Energie aufgenommen wird. Mittels der letztgenannten Anordnung kann man mit Hilfe eines an den Perikondetektor angeschlossenen Telephons aufpassen, daß keine Störung seitens der Station oder anderweitig eintritt und die Messungen beeinflußt.

Nach diesem Verfahren[1]) wurden von der Station auf der Werft zu Washington, in 6 Meilen Entfernung, die folgenden Ergebnisse gewonnen:

Empfangene Stromstärke im Bureau of Standards:

$J = 1,4 \cdot 10^{-3}$ Ampere.

Hochfrequenzwiderstand der Empfangsantenne: $R = 25$ Ohm.

Empfangene Energie: $E = J^2 R = 4,9 \cdot 10^{-5}$ Watt.

Die zu 2 Kilowatt angegebene Werftstation hat eine Wellenlänge von 900 m und ihre Antenne mit flachem Ende eine Höhe von 55 m. Nach der Strahlungsformel ist $R = 5,92$ Ohm. Die Stromstärke in der Antenne betrug während des Versuchs 13 Ampere. Folglich war die ausgestrahlte Energie:

$$E = 1 \cdot 10^3 \text{ Watt}$$

Das Verhältnis der empfangenen Energie zur ausgesandten war:

$$\eta = \frac{4,9 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^3} = 4,9 \cdot 10^{-8}$$

Dieses Verhältnis ist in Anbetracht der kurzen Entfernung sehr klein und ist durch den Umstand zu erklären, daß die Bahnen der Wellen praktisch längs ihres ganzen Weges über der Stadt Washington lagen.

U. S. Naval Wireless Telegraphic Laboratory.

(Nach Bull. Bur. of Stand. **7**, 295—299, 1911 aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

---

1) Siehe auch Rüdenberg, Ann. d. Phys. (4) 25, 446, 1908, und Referat vorl. Heft S. 170 ff.

(Eingesandt 14. Juli 1912.)

F. Kock, Apparat zur Aufnahme und Demonstration von Resonanzkurven. Phys. Ztschr. **12**, 379—386, 1911. Der Apparat (Fig. 1) besteht aus einem Geißlerrohr (a) mit rechtwinklig zueinander stehenden Elektroden (e), welches auf einer Holzscheibe (c) befestigt ist. Die Holzscheibe befindet sich auf der Achse (x) eines Selbstinduktionsvariometers (y) oder eines rotierenden Kondensators. Die Achse kann durch Handantrieb in dauernde Rotation versetzt werden. Schleifringe dienen zum Zuleiten des Stromes.

Wird der Apparat in einen Schwingungskreis (Resonanzkreis) eingeschaltet und die Glimmlichtröhre direkt an die Kondensatorbelegungen

derselben gelegt, oder besser durch eine Koppelungsspule induktiv mit dem Schwingungskreis gekoppelt, so werden sich auf den Elektroden Glimmlichtschichten ausbilden, deren Länge sich beim Drehen des Apparates entsprechend dem größeren oder kleineren Resonanzgrad ändert. Es ergeben sich also beim dauernden Rotieren des Rohres und Er-

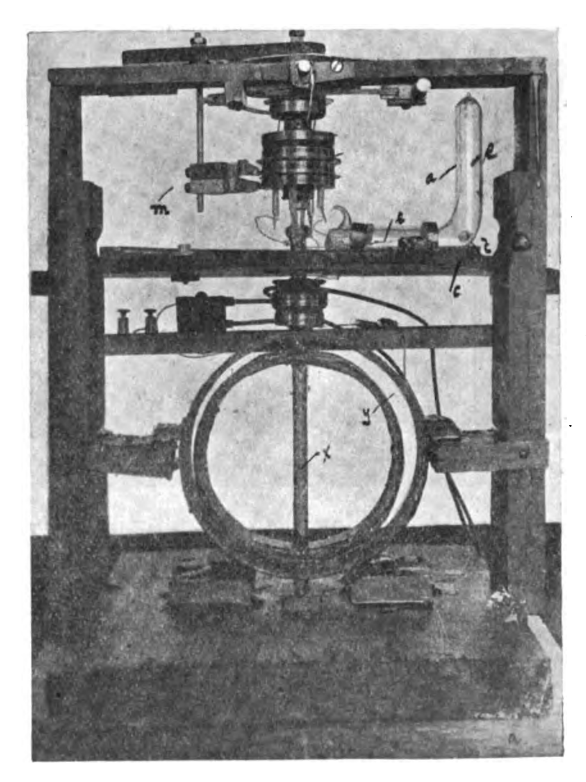


Fig. 1.

regung des Resonanzkreises mit kontinuierlichen Schwingungen leuchtende Flächen, welche direkt das Bild der Resonanzkurve zeigen (Fig. 2).

Zum Zwecke des leichten Ansprechens des Rohres sind ferner Hilfselektroden (z) angebracht, durch welche eine Hilfsentladung geschickt wird, so daß dauernd eine dies Ansprechen des Rohres begünstigende Hilfsisonisation vorhanden ist.

Es lassen sich mit dem Apparat leicht Veränderungen in der Dämpfung und in der Wellenlänge feststellen. Fig. 3 (a) zeigt bei-

spielsweise eine Resonanzkurve bei kontinuierlichen Schwingungen, während (*b*) die durch Einlegen eines Eisenringes in die Selbstinduktion

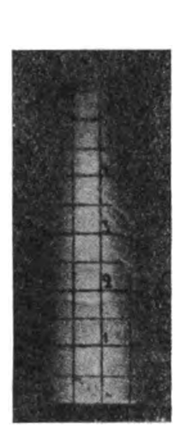


Fig. 2.

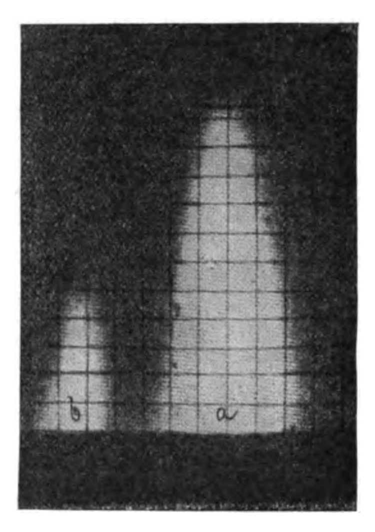


Fig. 3.

des primären Systemes durch Wirbelströme verminderte Energie desselben und gleichzeitig die auftretende Verstimmung darstellt.

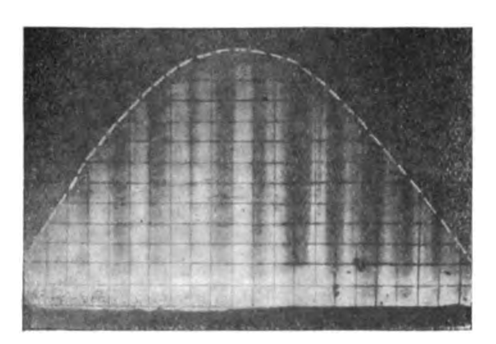


Fig. 4.

Zur Demonstration von Resonanzkurven bei gedämpften Schwingungen ist der Kunstgriff eines verstellbaren Momentankontaktes Fig 1 (*m*) für die Unterbrechungen des primären Stromes des die

Funkenstrecke erregenden Induktoriums vorgesehen. Derselbe ermöglicht es, den Funken in der Funkenstrecke bei einer gewünschten Rohrstellung einsetzen zu lassen, so daß eine völlig stillstehende Glimmlichtordinate erscheint. Durch Verschieben des Momentankontaktes lassen sich alle Ordinaten der Resonanzkurve nacheinander als leuchtende Linien erhalten. Fig. 4 zeigt eine solche Aufnahme einer einfachen Resonanzkurve, Fig. 5 eine solche bei gekoppelten Kreisen.

Ist die Funkenstrecke richtig eingestellt, d. h. arbeitet sie ohne Partialentladungen, so erscheint pro Funken eine leuchtende Linie, während das Vorhandensein von mehreren leuchtenden Ordinaten

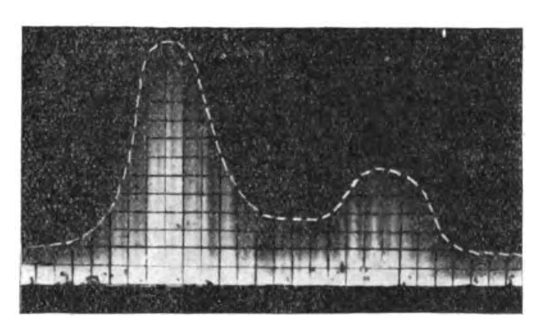


Fig. 5.

Partialentladungen in der Funkenstrecke angibt. Es lassen sich so leicht noch 10—15 Partialentladungen feststellen, was leichter geschieht als mittels des rotierenden Spiegels, da die leuchtenden Linien völlig still stehen und es nicht notwendig ist wie bei jenem eine konstante Drehgeschwindigkeit zu haben.

Nimmt man eine Aichung des Glimmlichtrohres vor, so lassen sich aus den photographischen Aufnahmen angenäherte Werte des Dekrementes bestimmen, nachdem eine Reduktion dieser Aufnahmen entsprechend der Aichung vorgenommen wurde. Die erhaltenen Werte stimmten gut mit den aus Kontrollmessungen ermittelten überein.

F. K.

(Eingesandt 20. September 1911.)

H. Hausrath (Phys. Ztschr. **12**, Jahrgang 1911, S. 1044—1046), Verfahren zur Darstellung periodischer Hochfrequenzkurven mit der Braunschen Röhre.

Bei der Untersuchung des zeitlichen Verlaufs von ungedämpften Hochfrequenzschwingungen war man bisher auf die von Diesselhorst ausgearbeitete Methode mit Glimmlichtoszillographen und rotierendem Spiegel angewiesen.

H. Hausrath gibt eine Methode an die von K. Ort zur Untersuchung der Schwingungsvorgänge eines Lichtbogengenerators verwendet wurde [1]). Er benutzt für die Ablenkung des Kathodenstrahles in einer Richtung eine Hilfsspannung, die er einem Kondensator entnimmt, der in einem mit dem zu messenden Kreis lose gekoppelten Schwingungskreis gleicher Frequenz liegt. Die dazu senkrechte Ablenkung des Kathodenstrahles wird dann durch den zu untersuchenden Strom (bzw. Spannung) hervorgebracht, und die so entstehenden Lissajouschen Figuren sind leicht durch Umzeichnung in die übersichtlichere Gestalt zu bringen, die die Zeit als Abszisse enthält.

Bei der experimentellen Ausführung gelang zum Betriebe der Braunschen Röhre gleichgerichtete Spannung eines Induktoriums, die einem großen Glasplattenkondensator entnommen wurde. Um möglichst gleichmäßigen Kathodenstrahl zu erhalten, wurde das Induktorium mit einem von H. Hausrath koestruierten Stimmgabelunterbrecher (nach der Ausführungsform von Dr. Hartmann-Kempf) betrieben.

K. Ort.

1) Jahrb., vorliegendes Heft S. 119.

(Eingesandt 3. Juni 1912.)

H. Faßbender und **E. Hupka**, Aufnahme von Schwingungskurven kleiner Amplitude. (Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Phys. Ztschr. **13**, 559—561, 1912.) Bei ihren magnetischen Untersuchungen im Hochfrequenzkreis wurden die Verfasser vor die Notwendigkeit gestellt, Schwingungskurven kleiner Amplitude (20 Volt) aufzunehmen. Die im Handel erhältlichen Braunschen Röhren erwiesen sich wegen der geringen Größe und mangelhaften Schärfe der Phosphoreszenzbilder für eine Ausmessung als ungeeignet. Die Verfasser waren daher zu einer Neukonstruktion gezwungen. Sie gingen dabei von theoretischen Überlegungen aus, die sie wegen des allgemeineren Interesses veröffentlicht haben. Die Größe der Schwingungsdiagramme hängt im wesentlichen von folgenden drei Bedingungen ab: 1. von der Ablenkung des Kathodenstrahls beim Verlassen des Feldes, 2. von seiner Neigung gegen die Rohrachse, 3. von

der nach Verlassen des Feldes frei durchlaufenen Wegstrecke. Diese drei Bedingungen sind jedoch nicht voneinander unabhängig. Die verschiedenen Einflüsse und ihre gegenseitigen Beziehungen werden mathematisch verfolgt. Die Länge der Röhre hängt von der gewünschten

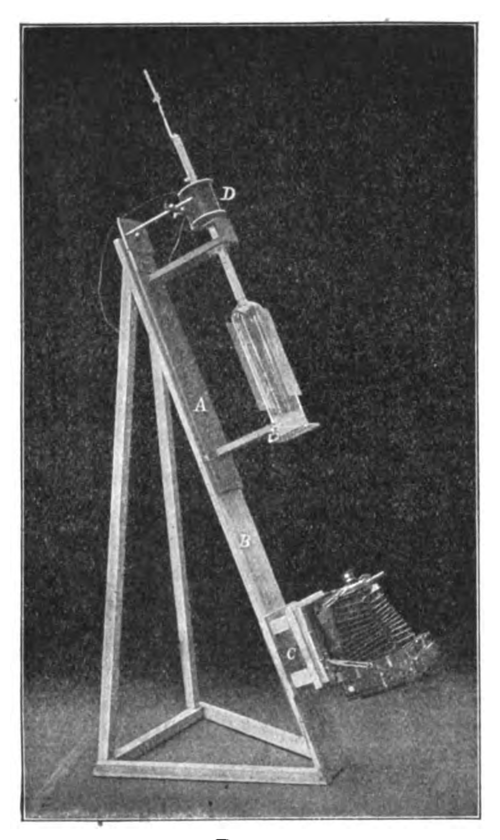


Fig. 1.

Größe der Diagramme ab. Bei einem Durchmesser des Phosphoreszenzschirmes von 10 cm beträgt die Länge der Röhre 1 m. Der hierdurch bedingte erhebliche Einfluß des magnetischen Erdfeldes wird durch passende Orientierung der Rohrachse aufgehoben. Dazu dient das in Fig. 1 abgebildete Stativ, welches gleichzeitig die photographische Aufnahme der Figuren gestattet. Die Expositionsdauer wird durch Verwendung eines longitudinalen Magnetfeldes wesentlich abgekürzt.

Fig. 2 zeigt eine Aufnahme von 0,3 Sek. Expositionsdauer. Die Schwingungsdiagramme entstehen in der Weise, daß der Kathodenstrahl

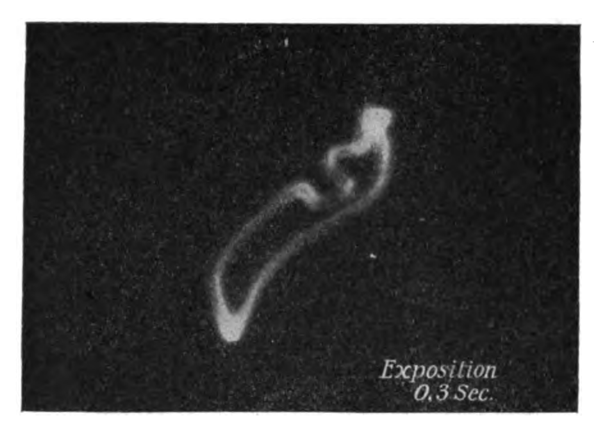


Fig. 2.

von zwei zueinander senkrechten elektrischen Feldern abgelenkt wird. Die zu untersuchende Spannung erzeugt das eine Feld, eine Hilfsspannung bekannter Kurvenform das andere.

Faßbender, Hupka.
(Eingesandt 15. Juli 1912.)

Mitteilungen aus der Praxis.

Petersenscher Lautverstärker.

Das Verfahren von C. Petersen zur Verstärkung des Lautes bei Telephonen, Sprechtrichtern oder dergl. ist gekennzeichnet durch eine schwache Verdünnung der vor dem Membrane im Sprechtrichter vorhandenen Luft. Mittels dieser Verdünnung wird die von der Luft auf dem Membrane ausgeübte dämpfende Wirkung wesentlich vermindert, was zur Folge hat, daß der Laut viel stärker als sonst wird.

Die Luftverdünnung wird zweckmäßig durch eine schwache Erwärmung des Sprechtrichters während des Gespräches hervorgebracht, z. B. mittels einer in der Wand des Trichters angeordneten elektrischen Heizvorrichtung (Widerstandsdrähte) oder mittels einer kleinen unter dem Trichter angebrachten Lampe oder dergl., die bzw. eingeschaltet

oder angezündet wird, wenn das Gespräch anfängt, um wieder ausgeschaltet oder ausgelöscht zu werden, wenn das Gespräch aufhört.

Die Anordnung ist zweckmäßig eine solche, daß die Erwärmung nächst der Membrane am stärksten ist.

Durch angestellte Versuche ist es festgestellt, daß Telephongespräche auf große Entfernungen so deutlich werden, als ob man einander ganz nahe wäre, und daß man z. B. das Telephon auf einen Tisch legen und die Rede in der ganzen Stube hören kann.

Versuche wurden von der Dänischen Staatsprüfungsanstalt vorgenommen, wobei festgestellt worden ist, daß es ganz gleichgültig ist, ob die Membran aus Kohle, Metall oder Glimmer hergestellt ist, oder ob die Einspannung derselben korrekt oder unkorrekt ist. In allen Fällen wurde der Laut in merkbarem Grade verstärkt. (E.)

(Eingesandt 1. Dezember 1911.)

Das Starkstrommikrophon Egnér-Holmström. Wir entnehmen einer Mitteilung von Carl Egnér und J. Gunnar Holmström, Stockholm, folgendes:

Ein Mikrophon von den für Leitungstelephonie gewöhnlich angewandten Typen kann, wie bekannt, nur eine sehr begrenzte Stromstärke ertragen. Hierzu kommt, daß der Widerstand des Mikrophons ganz bedeutend sinkt, wenn die Stromstärke erhöht wird. Ein Mikrophon, welches bei dem schwachen Strom von einigen Milliampères, dem dasselbe bei Leitungstelephonie ausgesetzt wird, einen Widerstand von z. B. 200 Ohm zeigt, hat bei einer Stromstärke von 1 Ampere einen Widerstand, welcher sich nur auf 5—8 Ohm beläuft.

Diese beiden Umstände veranlassen, daß ein Mikrophon angegebener Art nur ganz kleine Energiemengen in Übereinstimmung mit den Schallschwingungen bringen kann.

Für drahtloses Telephonieren muß aber, wie bekannt, große Energie umgesetzt werden, wenn einigermaßen brauchbare Reichweiten erzielt werden sollen.

Seit längerer Zeit haben Egnér und Holmström an der Konstruktion eines Mikrophons gearbeitet, das auch besonders für die drahtlose Telephonie bestimmt ist.

Der Typus, zu welchem sie jetzt gekommen sind, wird durch Fig. 1, 2 u. 3 veranschaulicht.

Fig. 1 zeigt den Apparat zusammengesetzt, fertig zum Gebrauch, Fig. 2 auseinandergenommen, so daß die Anordnung der Elektroden

ersichtlich ist, und Fig. 3 den Apparat von hinten, um zu zeigen wie die. Kontaktklemmschrauben angebracht sind.

Die erste Bedingung, um ein Mikrophon für starken Strom anwenden zu können, ist, daß dasselbe mit Kühlvorrichtung versehen ist, so daß die bei den Elektroden gebildete Wärme sich in gleichem Maße entfernt, wie solche durch den Strom erzeugt wird. Diese Bedingung wurde in der Weise erfüllt, daß der hintere Teil des Mikrophons als Behälter für eine Kühlflüssigkeit ausgebildet ist. Die Kühlflüssigkeit steht in Berührung mit den Elektroden und wird durch dieselben erwärmt. Sie wird hierdurch leichter und steigt aufwärts, wobei neue Flüssigkeit zu den Elektroden vordringt. Auf diese Weise entsteht eine automatische Zirkulation der Kühlflüssigkeit innerhalb des Behälters; die Kühlflüssigkeit führt die Wärme mit sich von den Elektroden weg und gibt sie an die Außenwand des Mikrophons ab, von welcher sie ausgestrahlt wird. Damit diese Ausstrahlung rasch vor sich gehen soll, ist der Kühlbehälter mit einer Anzahl Kühlrippen versehen; ferner ist der Behälter aus Aluminium oder einen anderem Metall von großer Wärmeleitungsfähigkeit hergestellt.



Fig. 1.

Da das Mikrophon, wie nachfolgend beschrieben, mehrzellig ist, muß natürlich die Kühlflüssigkeit isolierend sein; in der Regel wird Transformatoröl angewendet.

Zwecks Erreichung der Möglichkeit große Energiemengen in Lautschwingungen umzusetzen, muß auch der Widerstand des Mikrophons groß und am besten regulierbar sein, so daß derselbe verschiedenen Verhältnissen entsprechend variiert werden kann. Zur Erreichung

dieses Zweckes wurde das Mikrophon mehrzellig gemacht; es enthält 16 Zellen, wobei doch 2 und 2 miteinander fest vereinigt sind. Diese Mikrophonzellen können nun hintereinander und parallel geschaltet werden auf folgende verschiedene Arten:

a) 8 Parallel und 2 hintereinander
b) 4 „ „ 4 „
c) 2 „ „ 8 „

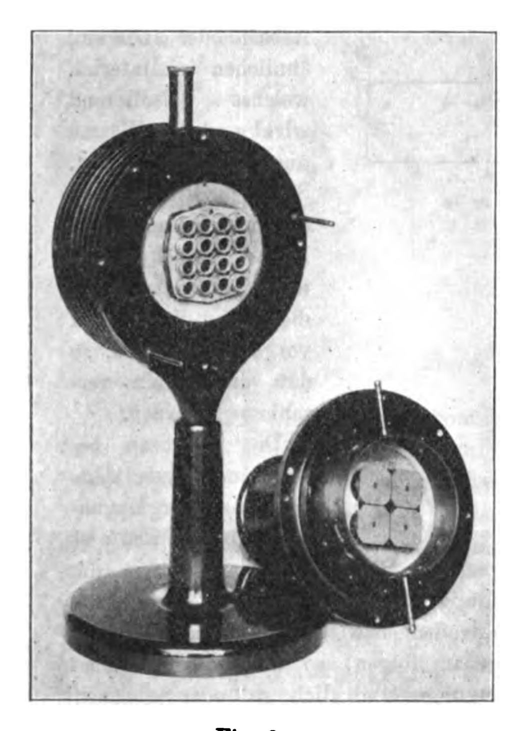


Fig. 2.

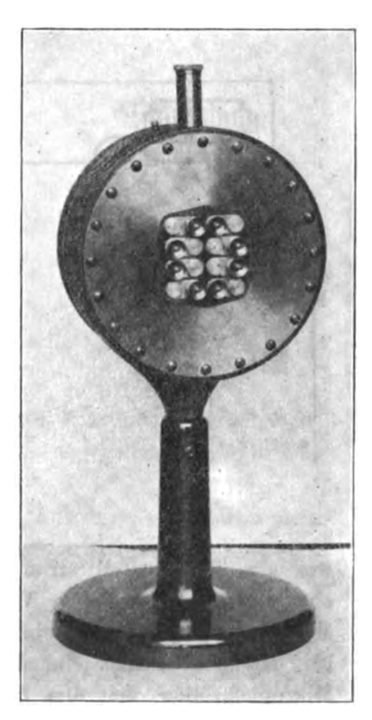


Fig. 3.

Jede Mikrophonzelle trägt auf der einen Seite eine feste Elektrode und auf der anderen eine mit der Membran vibrierende Elektrode. Die festen Elektroden, sichtbar auf Fig. 2, sind 16 in der Anzahl und bestehen aus Kupfer; die Elektrodenfläche ist mit feiner Kohle bedeckt; diese Elektroden gehen durch die Kühlflüssigkeit und schließen auf der Rückseite des Mikrophons mit Kontaktschrauben ab, in der Weise, wie es Fig. 3 zeigt. Die vibrierenden Elektroden, ebenfalls in Fig. 2 sichtbar, sind 4 in der Anzahl, jede für sich für eine Gruppe von

4 Mikrophonzellen; diese Elektroden sind zwar von einander isoliert, aber mechanisch miteinander und mit dem Mittelteil der Membran zu einem starren System vereinigt. Zwischen den Elektroden und der Membran sind 4 Zylinder aus Glas oder anderem, gleichartigem Material mit geringer Wärmeleitungsfähigkeit eingesetzt, um zu verhindern, daß die Wärme von den Kohlenzellen sich der Membran mitteilt.

Die Mikrophonzellen enthalten feine Kohlenkörner (weggelassen in Fig. 2) und werden von Ringen umschlossen, hergestellt aus Speckstein, Asbest oder anderem, ähnlichen Material, welches isolierend wirkt und für Wärme unempfindlich ist. Sämtliche Ringe ruhen auf einer gemeinsamen Platte, welche mittels Spiralfedern gegen die Membranelektroden vorgeschoben wird, so daß die Zellen verschlossen werden.

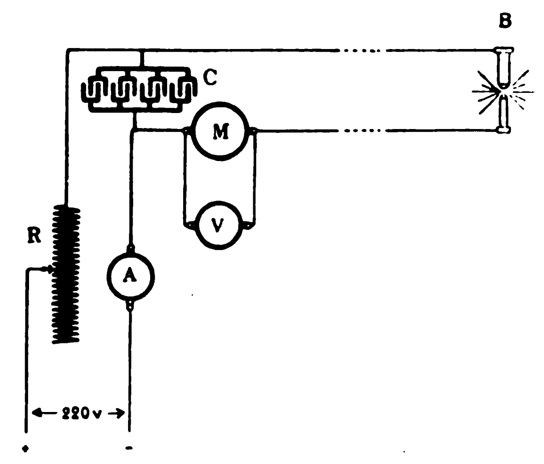


Fig. 4.

Die Membran besteht aus dünnem Aluminium- oder Magnalium blech und ist wie ein Trommelfell straff gespannt. Diese Anordnung sowie die oben angedeutete feste Verbindung zwischen dem Mittelteil der Membran und den Membranelektroden bewirkt, daß die letzteren bei den Vibrationen einander genau folgen, so daß also sämtliche Mikrophonzellen bei den Schwingungen wirklich mit der gleichen Phase und der gleichen Amplitude zusammenarbeiten. Je straffer die Membran gespannt ist, desto kräftiger ist das Mikrophon und desto vollkommener ist also dieses Zusammenwirken.

Die Erfinder haben während ihrer Experimente gefunden, daß Wasserstoffgas und gewisse andere, Wasserstoffgas enthaltende Gase einen sehr günstigen Einfluß auf die Wirkung des Mikrophons ausüben, wenn die Mikrophonkontakte in solchem Gas arbeiten dürfen. Das Gas wirkt in der Weise, daß das Mikrophon mit größerer Spannung arbeitet, also mit größerem Widerstand und dadurch auch mit größeren Widerstandsvariationen. Das Mikrophon ist deshalb mit einem

Zuführungs- und Abführungsrohr für Gas versehen, so daß man, wenn man will, einen schwachen Gasstrom durch den Apparat leiten kann.

Für die Versuchsarbeiten mit starken Strömen wurde das Mikrophon in einen Stromkreis, wie in Fig. 4 dargestellt, eingeschaltet. *M* ist das Mikrophon, *B* ein Lichtbogen, *C* ein Kondensator von großer Kapazität (20 bis 40 Mikrofarad) *R* ein regulierbarer Widerstand, *V* und *A* Volt- resp. Amperemeter. Wenn man in das Mikrophon spricht, gibt der Lichtbogen die Rede mit großer Deutlichkeit und guter Artikulation wieder.

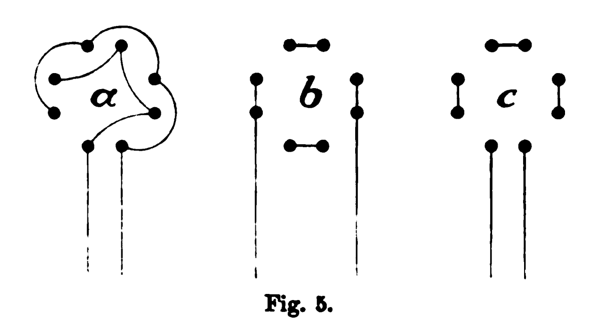


Fig. 5.

Fig. 5 zeigt, wie die Außenkontakte des Mikrophons miteinander und mit den Zuleitungsdrähten auf oben angegebene verschiedene Schaltungsarten zusammengekoppelt werden:

a) 8 Zellen parallel mit 2 hintereinander — das Mikrophon arbeitet in diesem Fall mit einer Spannung von 10 bis 15 Volt und einer Stromstärke bis zu 20 Amperes.

b) 4 Zellen parallel und 4 hintereinander — Spannung 20 bis 30 Volt, Stromstärke bis zu 10 Amperes.

c) 2 Zellen parallel und 8 hintereinander — Spannung 40 bis 60 Volt, Stromstärke bis zu 5 Amperes.

Wie aus diesen Ziffern hervorgeht, ist der hier beschriebene Mikrophontypus zur Anwendung eines Energieverbrauchs von 200 bis 300 Watt vorgesehen.

Damit das Mikrophon den besten Effekt hervorbringt, muß man mit kräftiger Stimme ganz in der Nähe der Trichteröffnung sprechen. Wegen der relativ großen Masse, welche in Vibration gesetzt werden soll, ist es verständlich, daß das Mikrophon für schwache Laute verhältnismäßig unempfindlich sein muß. E.

(Eingesandt 19. Mai 1912.)

Die Marconi-Wireless Telegraph-Co. Ltd. und Lodge-Muirhaed Syndicate Ltd. haben die zwischen ihnen schwebenden Patentstreitigkeiten beigelegt und eine Vereinbarung geschlossen, wonach die Lodge-Muirhead Patente an die Marconi Co. übergehen, und Sir Oliver Lodge als wissenschaftlicher Berater der Marconi Co. beitritt (vgl. El. Eng. **7**, 586, 1911 u. Elektrot. Ztschr. **32**, 1164, 1911.) E.

Wir entnehmen der „Technisch-industriellen Korrespondenz" folgende Mitteilung:

Die Bedeutung der geplanten Telefunken-Station auf Spitzbergen. Demnächst werden am nördlichen Eismeer mehrere Funkentelegraphenstationen errichtet werden, ein Teil auf Veranlassung der russischen, ein Teil auf Veranlassung der norwegischen, vielleicht auch der dänischen Regierung. Unter den verschiedenen Stationen, die am Weißen und am Kaspischen Meer, auf Nowaja Semlja, auf Spitzbergen und Grönland geplant sind, dürfte insbesondere die Spitzbergen-Station für uns Mitteleuropäer von hervorragendster Bedeutung werden. Sie soll ihre Depeschen mit der norwegischen Stadt Hammerfest austauschen, von wo sie an die übrige Welt telegraphisch weitergegeben werden. Das scheint zunächst praktisch nur für die paar hundert Touristen von Bedeutung zu sein, die allsommerlich Spitzbergen besuchen und die bisher, so lange sie sich im Eismeer aufhielten, vom telegraphischen Verkehr mit der übrigen Welt abgeschlossen waren, aber man wird auf den ersten Blick nicht recht erkennen, wieso die Allgemeinheit Interesse an dieser neuen Telegraphenverbindung haben kann, die bis auf weiteres die nördlichste der Welt sein wird. Und dennoch sagt man kaum zuviel, wenn man behauptet, daß der Anschluß Spitzbergens ans Welt-Telegraphennetz von einer gewissen Rückwirkung auf das Wohl und Wehe jedes Einzelnen von uns sein wird. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß eine ständige Telegraphenstation auf Spitzbergen alsbald dazu benutzt werden wird, auch von jenem entlegenen Vorposten der bewohnten Erde tägliche Wetterbeobachtungen in die zivilisierte Welt zu senden. Damit wäre aber eine bedeutende Frage prinzipieller Art angeschnitten worden, denn unsere amtlichen Wetterprognosen haben es oftmals sehr unangenehm empfunden, daß die nördlichen Stationen, deren Beobachtungen sie bisher verwerten konnten, Haparanda im schwedischen Lappland und das jenseits des Polareises gelegene norwegische Bodö waren. Oftmals, ganz besonders im Winter, wäre es für prognostische Zwecke von höchster Bedeutung gewesen, wenn man gewußt hätte, wie die Verteilung der

Luftdruckgebilde weiter im Norden beschaffen war. Ein wenig kam diesem Bedürfnis die Telegraphenstation in Seydisfjord auf Island entgegen, die seit 1905 besteht und für unser Prognosenwesen von sehr großer Bedeutung geworden ist. Aber sie erweiterte den Gesichtskreis doch mehr nach dem Westen und Nordwesten als nach dem Norden Deshalb wird die Station auf Spitzbergen von besonders hohem Werte sein. Freilich muß man noch mit der Möglichkeit rechnen, daß ihr Betrieb gerade im Winter, wo sie zumeist in Betracht käme, vielfach gestört werden wird durch Stürme, durch Rauhreif usw. Inwiefern diese Bedenken begründet sind, kann erst die praktische Erfahrung lehren. Die etwa auftretenden Schwierigkeiten wird man aber im Laufe der Zeit wohl sicher überwinden lernen. (E.)

Wir entnehmen dem „Berliner Tageblatt" folgende Mitteilungen:

Sven Hedin, Svante Arrhenius, der frühere Minister Langercrantz und einige bekannte kommerzielle Persönlichkeiten haben von der Regierung die Konzession zum Bau einer drahtlosen Telegraphenstation in der Nähe von Stockholm mit einem Wirkungsrayon von 2000 Kilometern nachgesucht. Es ist beabsichtigt, eine reguläre drahtlose Telegraphenverbindung zwischen Schweden und mehreren europäischen und außereuropäischen Ländern herzustellen. Eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von zwei Millionen Kronen wird gebildet, um den Plan zu realisieren. (E.)

Ein neuer Rekord für Funkentelegraphie. Der Dampfer „Neckar" vom Norddeutschen Lloyd hat, einem Telegramm aus Bremen zufolge, einen neuen Rekord für drahtlose Telegraphie auf der Reise von Bremen nach Baltimore aufgestellt. Er blieb sieben Tage mit Norddeich in Verbindung. Die größte Entfernung betrug 3234 Kilometer. Dies ist die höchste bisherige Reichweite einer Bordstation. (E.)

50000 Funkenstationen für amerikanische Schiffe. Eine bedeutsame und großzügige Einrichtung hat die amerikanische Regierung getroffen. Um die amerikanischen Fischerboote vor Unglücksfällen durch Witterungsumschläge und Stürme zu behüten, hat sie 50000 drahtlose Empfangsstationen mit einem Kostenaufwande von etwa sieben Millionen Dollars angekauft und den Fischern gegen Abzahlung zur Verfügung gestellt. Während früher die amerikanische Hochseefischerei geradezu mit dem Untergang bedroht schien, da die vielen Katastrophen der Entwickelung der Hochseefischerei äußerst schädlich waren, hat die

Einführung der drahtlosen Telegraphie gezeigt, daß alle Befürchtungen eines Niedergangs der Hochseefischerei grundlos werden, wenn eine allgemeine Einführung der drahtlosen Apparate auf Fischereibooten erfolgt ist. (E.)

Wir entnehmen der „Zeitschrift für Schwachstromtechnik" folgenden Bericht:

Radiographie [1]).

Die Zahl der Radiogramme, die von den Küstenstationen der englischen Postverwaltung während des Jahres abgefertigt wurden, zeigt eine befriedigende Zunahme. Die auswärtigen Telegramme nach Schiffen erreicht die Gesamtzahl von 5640 im Vergleich zu 3266 im Jahr 1909—10, die Zahl der empfangenen Telegramme von Schiffen 34161 gegen 27727 während 1909—10, die Gesamtzunahme demnach 8808 oder 28 %. Die Einnahme aus diesen Radiogrammen betrug 7941 £. Diese Steigerung ist hauptsächlich auf Rechnung des stärkeren Verkehrs oder der Schiffe mit den Küstenstationen zu setzen. Außer der Atlantic- und anderen wichtigen Linien führen die meisten der den Kanal querenden Passagier- und viele Kauffahrteischiffe radiographische Einrichtungen mit sich, und in Hinsicht auf die Vorteile, die sich für das Schiffswesen aus dem radiograhischen Betrieb ergeben, erscheint es sehr wahrscheinlich, daß die Zahl der Schiffseinrichtungen sich weiterhin in raschem Maße steigert. Die Gesamtzahl der bereits mit radiographischen Einrichtungen versehenen englischen Schiffe und. die soeben eingerichtet werden, beträgt 290, im Vergleich zu 130 vor 12 Monaten.

Die Stationen der Postverwaltung, die gegenwärtig für allgemeinen Verkehr mit Seeschiffen geöffnet sind, sind folgende: Caister (Norfolk), North Foreland (Kent), Niton (Insel Wight), Bolt Head (Devonshire), Lizard (Cornwall), Seaforth (Lancashire), Roßlare (Wexford), Crookhaven (Cork), Malin Head (Donegal).

Die Ausdehnung des Verkehrs hat gezeigt, daß eine Neuordnung der Küstenstationen besonders in der Nordsee und am westlichen Ausgang des englischen Kanals notwendig ist, um den Anforderungen der Seeschiffahrt gleichmäßig nachzukommen. Die Kosten von 16000 £ für diesen Zweck wurden genehmigt. Zwei weitere Stationen müssen vorgesehen werden; eine von mittlerer Reichweite (etwa 250 Meilen) wird in oder in der Nähe von New Castle on Tyne errichtet werden.

---

1) Aus dem 57. Jahresbericht des englischen Post-Master-General.

Diese Station wird vielleicht die Privatstation in Cullercoats überflüssig machen, die gegenwärtig für kaufmännische Zwecke mit vorläufiger Erlaubnis betrieben wird. Die andere Station mit einer Reichweite von 500 Meilen wird in der Nachbarschaft der Insel Valentia errichtet werden, sie wird den rasch steigenden Verkehr von und nach Schiffen, die den südwestlichen Teil Irlands passieren, erledigen. Eine neue Station wird auch bei Land's End mit einer annähernden Reichweite von 250 Meilen zum Ersatz für die bestehende Station in Lizard errichtet werden. Die vorhandenen Stationen in Malin Head und Niton werden an geeignetere Stellen in der Nachbarschaft verlegt, während die in Roßlare an die Küste von Wales in die Nähe von Fishguard verlegt wird.

Zur Förderung des Austausches von Radiogrammen mit Schiffen, die nur kurze Reisen machen, wurde ein neuer Gebührensatz für Küstenstationen eingeführt, was hier, obschon diese Änderung nicht in das Berichtsjahr fällt, bemerkt sein soll. Bis jetzt war mit Ausnahme eines gewissen Teils des Kanal- und des irischen Dienstes, wo man eine niedrige Küstenstationsgebühr zugestanden hatte, die gebräuchliche Küstenstations- und Inlandgebühr für Telegramme von oder nach Schiffen, die nur kurze Reisen machen, dieselbe gewesen wie bei den Ozeanschiffen, nämlich $6\frac{1}{2}$ d pro Wort. Eine Gebühr für Küstenstations- und Inlandverkehr von $3\frac{1}{2}$ Worten mit einem Minimum von 1 sh 9 d wurde nun eingeführt für Radiogramme von und nach Schiffen, die in die Ostsee oder nach Häfen fahren, welche weniger als 1000 Meilen vom Königreich entfernt sind, dann eine niedrigere Gebühr von 2 d pro Wort mit einem Minimum von 1 sh 8 d bei Schiffen, die nach weniger als 200 Meilen entfernte Häfen reisen.

Kürzlich wurde die Einrichtung getroffen, daß Radiogramme von den Postämtern zu einer Gebühr von 3 sh das Wort zur Übermittelung durch die Marconistation in Poldhu, Cornwallis, von großer Reichweite angenommen werden, wenn die Schiffe, für die sie bestimmt sind, außerhalb der Reichweite der Küstenstationen der Postverwaltung sich befinden. Es ist nun möglich, von irgendeinem Postamt aus mit einem bestimmten der großen Atlantikdampfer, der mit Marconiapparaten von großer Reichweite ausgestattet ist, zu irgendeiner Zeit während seiner Reise von diesem Land nach Kanada oder den Vereinigten Staaten in Verbindung zu treten. Hat das Schiff die Reichweite der Poldhu-Station überschritten, so werden die Nachrichten mittels Kabels nach der großen Station Cape Cod der Marconigesellschaft gesandt und von da an die Schiffe ohne Erhöhung der Gebühren weitergesandt. In

Verbindung mit dem Handelsministerium wurden Anordnungen für freie Übermittelung von Radiogrammen zur Warnung von Schiffen getroffen, die sich in der Nähe der für die Schiffahrt gefährlichen treibenden Wracks befinden. Wann irgend das Treiben eines Wracks im Schiffskurs berichtet wird, werden sofort Schritte getan, die Admiralität und die Lloyds in Kenntnis zu setzen und die Einzelheiten allen in der gefährlichen Richtung sich bewegenden Schiffe im Nordatlantik, Südatlantik und Nordsee durch Radiographie während einer Periode von vier Tagen nach Empfang der Nachricht, wenn der Fall gegeben, zu unterrichten.

Nachrichten bezüglich der bei Radioküsten- oder Lloydstationen herrschenden Wetterlage werden ebenso gegen Bezahlung einer Küstenstationsgebühr von 5 sh geliefert, oder es können gegen eine Zuschlagsgebühr von 6 d zu den Kosten der Inlandtelegramme und Antworten Wetterberichte und Vorhersagen vom meteorologischen Bureau erhalten werden.

Erkundigungen nach dem Stand des Wetters oder der Lage eines Schiffes, d. h. im Fall es in Verbindung mit einer Küstenstation steht, kann von den Radiostationen der Postverwaltung gegen eine Zuschlagszahlung von 6 d zu den Telegramm- und Antwortkosten, die an irgendein Postamt des Königreichs gezahlt werden, eingezogen werden.

Die Unterhaltung der drahtlosen Einrichtungen auf den Trinity House-Leuchtschiffen in der Nähe der Themsemündung wurde der Postverwaltung übertragen; es sind Schritte unternommen, die Wirksamkeit dieses Systems der Nachrichtenübermittelung zu verbessern.

Während einer längeren Unterbrechung des Stornoway-Kabels war der Telegraphenbetrieb auf die Radiostationen in Tobormory und Lochboisdale angewiesen, und die Verzögerung und Unbequemlichkeit infolge der Kabelunterbrechung wurde mit Erfolg überwunden. Bei der Rückkehr zum Telegraphenbetrieb zeigte es sich, daß im Durchschnitt 230 Telegramme im Tag (die höchste Zahl an einem Tag 459) mit Hilfe des Radiobetriebs praktisch ohne Verzögerung übermittelt worden waren. E.

(Eingesandt 1. Januar 1912.)

Telefunken-Kompaß. Unserer Mitteilung hierüber im vorigen Heft möchten wir noch hinzufügen, daß der Erfinder dieses radiotelegraphischen Kompasses Herr Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Alexander Meißner in Berlin ist. E

Dem „B. T.“ entnehmen wir folgenden Bericht:

Funkentelegramme über die Anden. Drahtlose Verbindung quer durch Südamerika. Die Berliner Telefunken-Gesellschaft hat soeben mit Erfolg die drahtlose Verbindung quer durch Südamerika zwischen Lima an der Westküste und Para an der Ostküste eröffnet. Diese Verbindung, die 3400 Kilometer über Urwald führt, stellt die größte Leistung dar, die die Funkentelegraphie bisher erzielt hat. Es werden dabei die 5—6000 Meter hohen Anden und ein 2200 Kilometer langes Urwaldgebiet des Amazonenstromes ohne Leitungsdraht überbrückt. Die in Lima aufgegebenen Telegramme gehen direkt nach Manaos am Amazonenstrom und werden von dort nach dem 1200 Kilometer entfernten Para drahtlos übermittelt. Der Präsident von Peru hat aus diesem Anlaß in Lima eine Bronzetafel errichten lassen und eine große goldene Medaille gestiftet.

E.

Internationale Konferenz für Radiotelegraphie in London. Wegen Raummangel können wir einen Bericht über den Verlauf der Konferenz erst im nächsten Heft bringen.

Graf Arcos Hochfrequenz-Maschine. Die von Graf Arco erfundene Hochfrequenz-Maschine[1]) ist von der Telefunken-Gesellschaft übernommen und auf der großen Station der Gesellschaft in Nauen eingebaut. Trotzdem diese Station zurzeit nur mit einem Mast von 75 m arbeitet, ergab sich mit der Hochfrequenz-Maschine eine Reichweitenleistung von weit mehr als 1000 km. Die Telefunken-Gesellschaft hat jetzt an Stelle des im März umgestürzten Turmes mit der Errichtung eines neuen mehr als 200 m hohen Turmes begonnen und wird die neue Erfindung alsdann im Übersee-Verkehr erproben. E.

1) Vgl. Jahrb. 6, 92, 1912.

(Eingesandt 1. August 1912.)

Graf Arcos Hochfrequenzmaschine. Unserer Mitteilung hierüber in Heft 1 S. 92, 1912 fügen wir folgende Angaben nach der Elektrot. Ztschr. (Heft 32, 1912) hinzu:

Auf dem Londoner Kongreß für drahtlose Telegraphie führte die Gesellschaft Telefunken durch Graf Arco die von diesem entworfene Hochfrequenzmaschine vor. In einer künstlichen Antenne von 4 Ohm Widerstand und einer Kapazität von 3800 cm wurde ein Hoch-

frequenzstrom von 25 Amp. erzeugt. Die Energie im Kreise betrug daher $25^2 \times 4 = 2500$ Watt, die Frequenz 120000 Perioden = 2,5 km Wellenlänge. Der Widerstand der künstlichen Antenne bestand in Glühlampen. Eine rotierende Geislerröhre zeigte ein kontinuierlich leuchtendes Band, ein Beweis für das Vorhandensein ungedämpfter Schwingungen. Eine kleine Glühlampe, mit einer Induktionsspule verbunden, konnte in ziemlicher räumlicher Entfernung durch das Hochfrequenzfeld der künstlichen Antenne zur Weißglut gebracht werden.

Dieselbe Maschine war kurz vor ihrer Verschiffung nach London in der Großstation Nauen mit einer dort errichteten provisorischen Antenne von ca. 50 m Kapazitätshöhe erprobt worden. Die elektrischen Daten dieser Antenne sind vollkommen identisch mit denen der künstlichen Antenne, mit welcher die Maschine in London vorgeführt wurde. Das praktische Ergebnis der Erprobung in Nauen beschränkte sich darauf, daß die mit der Maschine gegebenen Signale in der 450 km entfernten Station der Reichspost Norddeich aufgenommen und ihre Lautstärke gemessen wurde. Es wurde zunächst die Welle 5 km ausgesandt, und Norddeich meldete eine Lautstärke von 15 Ohm (parallel zum Empfangstelephon) und absolute Wellenkonstanz. Später wurde die Welle 2,5 km mit 1,75 KW Energie ausgesandt, und Norddeich meldete eine Lautstärke von einem Ohm (parallel zum Empfangstelephon) und absolute Wellenkonstanz.

Augenblicklich sind drei weitere Maschinen dieser Art bei der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft im Bau, wovon eine schon so weit vorgeschritten ist, daß sie in Nauen ausprobiert wird. Diese Maschine gibt etwa die 2,5-fache Leistung wie die Londoner. E.

(Eingesandt 15. August 1912.)

Seeschiffahrt und drahtlose Telegraphie. Im Reichsamt des Innern hat kürzlich eine Konferenz zur Beratung von Sicherheitsmaßnahmen für die überseeische Personenbeförderung stattgefunden. Der Staatssekretär Dr. Delbrück führte aus, Kaiser Wilhelm habe das Programm für die Konferenz aufgestellt, das sich auf folgende Hauptpunkte erstreckte:

1. Sicherung gegen das Sinken havarierter Dampfer;
2. Rettungsboote;
3. drahtlose Telegraphie;
4. Dampferrouten;
5. sonstige navigatorische Sicherheitsmaßnahmen (Fahrgeschwindigkeit usw.).

In dem zu dem dritten Punkt erstatteten Referat wurden die nachstehenden Leitsätze aufgestellt:

1. Die Apparate für drahtlose Telegraphie auf den Schiffen müssen tags und nachts so überwacht sein, daß Hilferufe aufgefangen werden können.

2. Auf den großen Passagierdampfern, die zu gewissen Tages- und Nachtzeiten Preßnachrichten von den Landstationen aufnehmen, sind Vorkehrungen zu treffen, daß während dieser Zeit Hilferufe nicht überhört werden.

3. Drahtlose Notsignale sind mit Vorrang vor allen anderen Meldungen zu behandeln.

4. Es sei anzustreben, daß ein drahtloser Telegraphendienst auch noch sichergestellt werde, wenn die elektrische Hauptzentrale überflutet oder anderswie außer Betrieb gesetzt werde.

Zur Ausarbeitung geeigneter Vorschläge wurde eine besondere Kommission eingesetzt. Mit Bezug auf den Eisnachrichtendienst wurde allgemein anerkannt, daß dessen amtliche und internationale Regelung mit den Fragen der drahtlosen Telegraphie in engem Zusammenhang stehe, und betont, daß erst nach dieser Regelung sich die Erfahrungen darüber herausstellen würden, in welchem Umfange sich die Ergebnisse einer planmäßigen Sammlung, Bearbeitung und Verbreitung der Eisnachrichten für die Routenfeststellung und für die Schiffsführung ausnutzen lassen. („Hamb. Nachr.") E.

(Eingesandt 5. Juli 1912.)

Wir entnehmen der Frankfurter Zeitung folgende Notiz:

Die Funkentelegraphie in Deutsch-Ostafrika. Daressalem, 12. Juli. Wie bereits vor längerer Zeit berichtet worden ist, sind die beiden (nach dem deutschen Telefunkensystem eingerichteten) Stationen für drahtlose Telegraphie in Bukoba am Westufer und Muanza am Südufer des Viktoria Nyanza in Deutsch-Ostafrika seit etwa $1^1/_4$ Jahren ununterbrochen im Betrieb und die Ergebnisse der Indiensthaltung haben in bezug auf die Sicherheit des Verkehrs bisher noch nie das Geringste zu wünschen übrig gelassen. Zum weiteren Ausbau des deutsch-ostafrikanischen Stationensystems wird in diesen Tagen die neuerdings bewilligte Station in Daressalam in Angriff genommen werden, sie wird in Daressalam auf der sogenannten Kurasine-Halbinsel in die Nähe des Askarikasernements, also im Bereich sicheren militärischen Schutzes zu stehen kommen. Mit den Grundarbeiten ist bereits begonnen worden. Die Fertigstellung und Inbetriebnahme der

Station erhofft man bis zum Ende dieses Jahres. Sicher geplant ist ferner die Errichtung funkentelegraphischer Stationen in Tabora und Udjidji, welche der beiden Stationen zuerst erbaut wird, soll dem Vernehmen nach davon abhängen, auf welche Entfernungen die Daressalamer Station einwandfrei wird arbeiten können. Der Station Muanza ist übrigens dieser Tage nach einer amtlichen Mitteilung die Herstellung einer beabsichtigten Verständigung mit der Station Kongolo im belgischen Kongo gelungen, nachdem wiederholt Funkentelegramme der Station Muanza nach Bukoba von einer anderen kongolesischen Station verstanden worden waren. In diesem Zusammenhange sei noch erwähnt, daß demnächst auch der kleine Kreuzer der ostafrikanischen Station „Seeadler" eine Einrichtung für drahtlose Telegraphie nach dem Telefunkensystem erhalten wird. Die nötigen Maschinen und Apparate sind bereits eingetroffen, der Einbau soll mit tunlichster Beschleunigung erfolgen. — In dem Britisch-Ostafrika benachbarten Italienisch-Somaliland (Hauptort: Mogadisciu) ist neuerdings eine Marconistation in Betrieb genommen worden, mit der Daressalam sich über Zanzibar verständigt. E.

Vielfach geäußerten Wünschen [1]) entsprechend, um das Jahrbuch in immer weiteren Kreisen begehrt zu machen, bringen wir jetzt von Zeit zu Zeit einige mehr kommerzielle Artikel, deren zahlenmäßige Angaben ja auch sehr geeignet sind, von dem immensen Aufschwung unseres Gebietes eine deutliche Vorstellung zu geben.

Heute beginnen wir mit zwei Artikeln über die Organisation der beiden größten Gesellschaften, nämlich der deutschen Telefunken-Gesellschaft und der englischen Marconi Company.

I. Organisation der Telefunken-Gesellschaft.

Die nahe Verwandtschaft mit den beiden größten Elektrizitätsgruppen Deutschlands hat der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin (Telefunken), die Möglichkeit gegeben, eine mächtige, weltumspannende Organisation zu schaffen und sich in wenigen Jahren zu einer Gesellschaft von internationaler Bedeutung zu entwickeln.

---

1) Unser Mitarbeiter Dr. Erskine-Murray schreibt z. B. in der Zeitschrift „Nature" (London) gelegentlich einer Besprechung des Jahrbuches folgendes: „The only criticism which suggests itself is whether its utility and circulation would not be considerably increased, if space could be found for more articles dealing with the engineering and even the commercial side of wireless telegraphy.

In 36 Ländern hat die Gesellschaft eigene Spezialbureaus, Gesellschaften oder Vertretungen, welche sich an die Auslandsorganisation der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Siemens & Halske A.-G. anlehnen.

Das Telefunkensystem ist mit 1260 Stationen in allen wichtigen Ländern, ausschließlich Italien, von den Armee-, Marine- und Telegraphenverwaltungen in größerem Maßstabe eingeführt und verteilt sich auf die einzelnen Länder wie folgt:

Land	Feste Stationen	Kriegs- und Handelsschiffsstation.	Transportable Militärstation	Land	Feste Stationen	Kriegs- und Handelsschiffsstation.	Transportable Militärstation
Deutschland	39 [1])	190 [2])	— [3])	Niederl. Ostindien	4	—	3
Deutsche Kolonien	5	—	—	Niederl. Westindien	1	—	—
Argentinien	19	55	12	Norwegen	7	21	—
Australien	3	47	4	Österreich-Ungarn	13	32	9
Belgien	—	—	2	Palau-Inseln	2	—	—
Brasilien	17	7	7	Peru	7	1	—
Bulgarien	—	1	—	Philippinen	3	—	2
Chile	1	2	2	Portugal	3	—	4
China	13	16	10	Rumänien	5	—	4
Columbien	—	1	—	Rußland	54	167	42
Congo	3	—	—	Sandwich-Inseln (Honolulu)	1	—	—
Cuba	9	—	—	Schweden	6	27	—
Dänemark	8	24	—	Schweiz	2	—	3
England	1	9	4	Serbien	—	—	2
Finnland	4	—	—	Spanien	14	9	23
Frankreich	2	—	—	Tonking	2	—	—
Griechenland	—	3	—	Türkei	3	—	—
Hawai-Inseln	1	—	—	Uruguay	6	8	9
Italien	—	—	2	Verein. Staaten v. Nordamerika	37	107	15
Japan	—	5	8				
Liberia	1	—	—				
Mexiko	10	—	2				
Neu-Seeland	3	—	—				
Niederlande	6	37	7				

Die technische Weiterentwickelung des Systems und der Kampf um den Vorrang erfordern eine umfangreiche Organisation und große Geldmittel. Beide stehen der Telefunken-Gesellschaft zur Seite, wie die nachstehenden Tabellen zeigen.

1) Ohne die Stationen der Marine, die nicht veröffentlicht werden dürfen.
2) Nur Handelsschiffe.
3) Keine Angaben erlaubt.

Direktion Berlin.

Kaufmännische Abteilung:

Verwaltungsbureau, Expedition, Packerei, Fakturenbureau, Buchhaltung, Kasse, Personalia, Statistik, Zentralregistratur, Kanzlei.

Kriegstechnische Abteilung:

I. Deutschland, II. Ausland, Feste Stationen, Transportable Stationen, Aeroplan- und Luftschiff-Stationen.

Verkehrsabteilung:

Export, Korrespondenz, Projekte, Propaganda, Auswärtige Bureaus, Verwaltung eigener Stationen.

Technische Abteilung:

Marinebureau, Installationsbureau, Ausbildung, Kolonialbureau, Technisches Bureau Kiel.

Laboratorium:

Starkstrom, Schwachstrom, Telephonie, Prüfraum, Versuchsstationen, Patentbureau, Normalienbureau.

Lager-Abteilung:

Einkauf, Material-Lager, Apparate-Lager, Maschinen-Lager, Armee- und Marine-Lager.

Fabrikation:

Versuchs-Werkstatt, Armee- und Marine-Werkstatt, Reparatur-Werkstatt, Konstruktionsbureau.

Verwandte Gesellschaften mit ausschließlicher Lizenz des Telefunken-Systems.

Deutsche Südseegesellschaft für drahtlose Telegraphie A.-G.	Cöln
Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H.	Berlin
Telefunken East Asiatic Wireless Telegraph Company Ltd.	Shanghai
Telefunken Wireless Telegraph Company of the United States[1]	New York
Atlantic Communication Company	New York
Australasian Wireless Company Ltd.[1]	Sydney
Russische Elektrotechnische Werke Siemens & Halske A.-G.[1]	St. Petersburg
Siemens Brothers & Co. Limited[1]	London
Siemens & Halske A.-G. Wiener Werk[1]	Wien
A. E. G. Elektriska Aktiebolaget	Stockholm

Vertretungen.

Maintz & Co.	Amsterdam-Batavia
A. E. G. Union Electrique	Brüssel
Dansk Aktieselskab Siemens Schuckert	Kopenhagen
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft	Basel
Sesto Sesti	Rom
A. E. G. Electricitets Aktieselskabet	Kristiania
A. E. G. Thomson-Houston Ibérica	Madrid
Siemens Schuckert Werke G. m. b. H.	Sofia
A. C. Zachariou & Cie	Athen

1) Eigene Fabrikation.

Akt.-Ges. vorm. Eugen Behles	Bukarest
J. K. Dimitrijevic	Belgrad
Siemens Schuckert Werke G. m. b. H	Constantinopel
Paetzold & Eppinger	Habana
A. E. G. Compania Mexicana	Mexico
Spiegelthal	La Guayra
Krüger & Co.	Guayaquil
Brahm & Co.	Lima
Companhia Brazileira de Electricidade Siemens Schuckert Werke	Rio de Janeiro
Siemens Schuckert Limited Seccion Siemens & Halske A.-G.	Buenos Aires
E. Quincke	Montevideo
Siemens Schuckert Limited	Valparaiso
R Schlubach, Thiemer & Co.	Hamburg (für Zentralamerika)
Siemens Schuckert Denki Kabushiki Kaisha	Tokyo
Germann & Co. Engineering Department	Manila
B. Grimm & Co.	Bangkok
A. E. G. Electrical Company of South Africa	Johannesburg

Kapital der Telefunken nahestehenden Gesellschaften[1].

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft	Berlin	M. 272,000,000.—
Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk	Berlin	M. 80,000,000.—
Siemens Schuckertwerke G. m. b. H.	Berlin	M. 120,000,000.—
Russische Elektrotechnische Werke Siemens & Halske A.-G.	St. Petersburg	Rubel 5,600,000.—
Siemens Brothers & Co. Ltd.	London	£ 600,000.—
Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H.	Berlin	M. 900,000.—
Telefunken Wireless Telegraph Co. of the United States	New York	M. 5,000,000.— (zusammen)
Telefunken East Asiatic Wireless Telegraph Co. Ltd.	Shanghai	
Atlantic Communication Company	New York	
Australasian Wireless Comp. Ltd.	Sydney	
Deutsche Südseegesellschaft für drahtlose Telegraphie A.-G.	Cöln	
		Gesamtkapital ca. 500 Millionen M.

Von den 3000 Radiostationen, die jetzt in der ganzen Welt existieren, entfallen auf das Telefunkensystem ca. 45 %; der große Vorsprung, den England bis vor wenigen Jahren noch hatte, ist also vollständig eingeholt und wettgemacht.

Im ersten Halbjahre 1912 sind ca. 200 Neubestellungen bei der Telefunkengesellschaft eingelaufen, unter denen sich 14 Großstationen befinden, die mit einer Primärenergie bis zu 90 KW. ausgerüstet werden. Das bemerkenswerteste Projekt ist die radiotelegraphische

1) Angaben über ihr eigenes Kapital und Bilanz-Auszüge kann die Telefunken-Gesellschaft aus Geschäftsprinzip nicht machen.

Verbindung der deutschen Besitzungen in der Südsee, wo auf Yap, Neu-Guinea, Nauru und Samoa große Stationen errichtet werden sollen. Der Betrieb dieser Stationen wird von der neugegründeten Deutschen Südseegesellschaft für drahtlose Telegraphie, A.-G. Cöln, wahrgenommen werden; die Übergabe und Inbetriebnahme von zweien dieser Stationen ist noch in diesem Jahre beabsichtigt.

Während des Jahres 1911 haben die deutschen Handelsschiffe auf etwa 780 Reisen rund 127000 Radiotelegramme erhalten bzw. abgesandt. Von den deutschen Küstenstationen wurden im Jahre 1910 11738 Telegramme mit etwa 281000 Wörtern befördert.[1]) Die deutsche Reichstelegraphenverwaltung unterhält an der deutschen Küste vier feste Telefunkenstationen in Borkum, Norddeich, Danzig und Swinemünde. Für den öffentlichen Verkehr kommen dazu noch die Stationen in Bremerhaven und Cuxhaven.

Die rapide zunehmende Verbreitung des Telefunkensystems spiegelt sich auch in der Entwickelung der Telefunkengesellschaft wieder. Während im Gründungsjahre 1903 nur 18 Ingenieure und Monteure sowie 8 kaufmännische Beamte und 7 Arbeiter beschäftigt waren, betrug die Gesamtzahl der Beamten und Arbeiter Ende 1911 rund 459 Personen (190 Ingenieure und Monteure, 66 kaufmännische Beamte, 203 Mechaniker und Arbeiter) und heute ist die Zahl sämtlicher Angestellter der Gesellschaft über 530. Hierin sind nicht einbegriffen die technischen Beamten und Arbeiter, die in den Fabrikationswerkstätten beschäftigt sind.

Die in den verschiedensten Ländern eingerichteten eigenen Zweigniederlassungen verfügen über ein Grundkapital von 5 Millionen Mark. E.

II. Marconis Wireless Telegraph Co. (Ltd.).[2]) Der Direktorialbericht per 31. Dezember 1911 beginnt mit der schon im März 1911 den Aktionären gemachten Mitteilung über die perfekt gewordene großartige Transaktion mit dem Postmaster-General. Die Bedeutung dieses Abkommens betreffend die Errichtung von allen Großstationen, die nach dem festgelegten Etat in den kommenden Jahren benötigt werden, kann nicht hoch genug veranschlagt werden, und die 10% von den Bruttoeinnahmen, welche vertraglich der Company zufallen, bedeuten eine ansehnliche Einnahme für viele Jahre.

1) Gegenüber nur 5640 Telegrammen im Jahre 1910 der englischen Küstenstationen.

2) Auszug aus einem Bericht im „Electrician“ 14. Juni 1912.



Während des Jahres 1911 zeigten die Geschäfte der Company eine weitere befriedigende Entwickelung; die Bruttoeinahmen beliefen sich auf £ 214407, 1 s. 4 d. gegen £ 127452, 13 s., 1 d. für 1910, und der Nettoüberschuß betrug £ 141717, 7 s., 1 d. gegen £ 60513, 0 s., 3 d. für 1910. Diese Zahlen würden noch günstiger ausgefallen sein, wenn der Ausbau der viel zu klein gewordenen Chelmsfordwerke sich früher hätte beendigen lassen. Der seitens der Marconi Wireless Telegraph Co. von Canada geschuldete Betrag wurde in 1911 von £ 163865, 18 s., 5 d. auf £ 78588, 0 s., 8 d. reduziert. Letzterer Betrag wird sich während 1912 wahrscheinlich aber wieder erhöhen, da es wünschenswert erscheint, die Canada-Tochtergesellschaft für ihre weitere Entwickelung finanziell zu unterstützen.

Die Marconi Company besitzt Aktien der mit ihr liierten Gesellschaften im Gesamtwert von £ 2,074,723, 11 s., 9 d. Gemäß Beschluß einer außerordentlichen Generalversammlung vom 25. Oktober wurde das Kapital durch Ausgabe von 250000 Stammaktien à £ 1 erhöht. Die Aktien wurden mit £ 1 pro Aktie Aufgeld emittiert, wodurch das Prämienkonto per Ende 1911 auf £ 105702, 10 s., 2 d. erhöht wurde.

Die Erwerbung der Patente des Lodge-Muirhead-Syndikats hat weiterhin die Patentposition der Company gekräftigt.

Im Oktober letzten Jahres wurde die Kontrolle der „Russischen Gesellschaft für drahtlose Telegraphie und Telephonie“ erworben. Diese Gesellschaft besitzt ausgedehnte Werke in St. Petersburg und betreibt unter der Leitung von Direktor Adrian Simpson ein sehr ausgedehntes und ständig sich erweiterndes Geschäft. — Die belgische Tochtergesellschaft hat für 1911 eine Dividende von 10%, die französische eine solche von 5% angezeigt. Die „Marconi International Marine Communication Co.“, deren Tätigkeit eine wachsende Ausdehnung zeigt, wird für 1911 eine erhöhte Dividende verteilen. Die „Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie“ (Debeg). die das deutsche Marinegeschäft betreibt, und in der diese Companie durch ihre belgische Tochtergesellschaft interessiert ist, hat die Verteilung ihrer ersten Dividende mit 4% für 1911 (bis September 1911) angezeigt. Die Marconi Wirless Telegraph Co. in Canada zeigt weiter befriedigende Entwickelung; nach dem Bericht ihrer Direktoren sind die Bedingungen für einen Kontrakt mit der Regierung jetzt festgelegt. Der größte Fortschritt ist in den Vereinigten Staaten von Amerika zu verzeichnen. Früher war für eine Reihe von Jahren das Geschäft der American Marconi Co. sehr beschränkt durch die scharfe

Konkurrenz der United Wireless Telegraph Co. Es wurden gerichtliche Schritte gegen letztere Gesellschaft eingeleitet, und die Herren Marconi, Isaacs, begleitet von Herrn James Swinburne, machten in New York ihre Aussagen über Patentverletzung. Die beklagte Gesellschaft gab solche zu und wurde entsprechend verurteilt; ihre Geschäfte werden nunmehr ab 31. März letzten Jahres von der Amerikanischen Marconi Wireless Telegraph Co. geführt. Die befriedigende Erledigung dieses Patentstreites dürfte das amerikanische Geschäft zu großem Aufschwung bringen, da es u. a. die Leitung aller bedeutenden Stationen an der Ost- und Westküste in die Hände bekommt; dazu kommt der günstige Umstand, daß ein Regierungserlaß bevorsteht, der praktisch alle Schiffe zwingt, drahtlose Telegraphie an Bord zu führen. Ein weiteres bedeutendes Abkommen wurde anläßlich der Anwesenheit des Vorsitzenden des Aufsichtsrates und des Direktors in New York mit den Western Union und Great North-Western Telegraph Companies abgeschlossen, Dieses Abkommen versorgt die Marconi Co. mit ca. 25000 Telegraphenstationen für die Ablieferung und Entsendung von Radiotelegrammen in den Vereinigten Staaten und Canada. Die von der Amerikanischen Companie zu errichtenden Stationen erfordern große Auslagen. Es wurde deshalb beschlossen, ihr Kapital auf $ 10000000 zu erhöhen und die bisherigen $ 25-Aktien in $ 5-Aktien zu verwandeln. Es wurden $ 7000000 in bar eingezahlt, die sofort verfügbar sind. Die Errichtung von Stationen, welche England in direkte Verbindung mit New York setzen (anstatt wie bisher über Station Glace Bay), soll so schnell wie möglich durchgeführt werden, ebenso die Konstruktion der Stationen bei San Francisco zur Kommunikation über die Hawaiiinseln mit den Philippinen, China und Japan, und von New York südlich nach Cuba, Panama und somit allen südamerikanischen Staaten.

Ein provisorischer Vertrag wurde kürzlich mit der portugiesischen Regierung abgeschlossen. — Die neue Großstation Coltano (Italien) wurde im Dezember letzten Jahres in Betrieb gesetzt und arbeitet jetzt sehr befriedigend mit den italienischen Kolonien an der Ostküste von Afrika. Mit einer Anzahl ausländischer Regierungen schweben wichtige Verhandlungen.

Der transatlantische radiotelegraphische Dienst arbeitet fortgesetzt befriedigend. Der Company steht jetzt die Benutzung einer privaten Linie zur Verfügung, wodurch es möglich ist, Telegramme direkt von ihren Geschäftsräumen in the Strand, London, nach Clifden zu senden. Handels- und Pressetelegramme haben sich beträchtlich vermehrt.

Von den Herren Bellini und Tosi wurde die als „the wireless

compass" bekannte Erfindung mit den Patentrechten für alle Länder erworben; die kommerzielle Entwickelung derselben ist in Angriff genommen.

Nach einigen Schwierigkeiten wurden die für den erheblich erweiterten Geschäftsbetrieb erforderlichen Räumlichkeiten auf den Grundstücken des ehemaligen Gaiety Restaurant (Strand) für 99 Jahre vom London County Council gemietet und als „Marconi House" bezeichnet.

Während des letzten Jahres wurden Interimsdividenden Ende Juni und Ende Dezember ausgeschüttet, und zwar 7% auf Vorzugsaktien und 10% auf Stammaktien. Die Direktion hat die Absicht, für 1911 die Auszahlung einer Schlußdividende von 10% für alle Aktien zu empfehlen. Vorbehaltlich der Genehmigung der Generalversammlung will die Direktion auch fernerhin an der Politik der Interimsdividende festhalten. Mit Rücksicht auf den Umstand, daß im vorigen Jahre um diese Zeit Ordres für £ 254000 vorlagen, während sich solche jetzt auf über £ 1000000 belaufen, wird es von der Direktion als angemessen erachtet, auf die Vorzugsaktien 7% und auf die gewöhnlichen Aktien eine erste Interimsdividende von 10% (gegen 5% im Vorjahre) vorzuschlagen, alsdann beide Arten Aktien bei allen weiteren Verteilungen des laufenden Jahres gleich partizipieren zu lassen. Die Gesamtgeschäftsunkosten beliefen sich für 1911 auf £ 73521, 10 s., 3 d. — Das Kapital der Marconi Wireless Telegraph Co. beträgt £ 1000000, eingeteilt in 750000 gewöhnliche Aktien à £ 1 und 250000 7%ige akkumulative Aktien à £ 1. E.

(Eingesandt 1. August 1912).

Wie telegraphiere ich drahtlos? Die deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. (Debeg) Berlin S.W. 61 unterhält auf den größeren Passagierdampfern der deutschen Reedereien Stationen für drahtlose Telegraphie, die während der Fahrt stets im Betrieb sind und den Reisenden zur Absendung und Entgegennahme funkentelegraphischer Nachrichten zu den durch internationale Bestimmungen festgesetzten Gebühren zur Verfügung stehen.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die richtige Abfassung von Radiotelegrammen an Schiffe auf hoher See dem Publikum in vielen Fällen Schwierigkeiten bereitet. Eine kleine, unter vorgenanntem Titel von der Debeg herausgegebene Schrift verfolgt den Zweck, diese nach Möglichkeit zu beseitigen. Bei dem immer mehr steigenden radiotelegraphischen Verkehr sind nachstehende Angaben aus dieser Schrift für weiteste Kreise von Interesse.

Die Abfassung eines drahtlosen Telegramms an ein Schiff in See soll an folgendem Beispiel erläutert werden: Der Passagier Hans Hoffmann befindet sich auf der Fahrt nach New York auf dem Dampfer „Kaiserin Augusta Viktoria" der Hamburg-Amerika-Linie und hat am 11. Hamburg verlassen. Am 12. nachmittags soll ihm eine wichtige geschäftliche Mitteilung übermittelt werden. Die einzige Möglichkeit, die Nachricht noch am gleichen Tage in den Besitz des Passagiers gelangen zu lassen, ist die drahtlose Telegraphie.

Die Adresse eines solchen Radiotelegramms muß nun folgende Bestimmung enthalten: 1. den Namen des Passagiers, an den es gerichtet ist (eventuell mit ergänzenden Zusätzen, falls Verwechselungen möglich); 2. den Namen und die Nationalität des Dampfers, auf dem der Passagier sich befindet; 3. den Namen der Küstenstation, über die das Telegramm an den Dampfer befördert werden soll.

Schwierigkeiten bereitet häufig die Bestimmung der Küstenstation, da hierzu Kenntnis der Lage und der Reichweite der einzelnen Küstenstationen Voraussetzung ist. Im Zweifelsfalle muß der Name der vermittelnden Küstenstation von der annehmenden Telegraphenanstalt festgesetzt werden. Im vorliegenden Falle würde der Beamte eine der englischen Kanalstationen bestimmen, voraussichtlich die Station Bolt Head. Die Adresse würde also lauten:

Hans Hoffmann
Kaiserin Augusta Viktoria deutsch
Bolt Head.

Zur Annahme von Radiotelegrammen sind alle Telegraphenanstalten des In- und Auslandes verpflichtet. Bei kleineren Telegraphenanstalten kann es vorkommen, daß der annehmende Beamte selbst nicht in der Lage ist, an Hand des ihm zugegangenen Materials die geeignete Küstenstation zu bestimmen. In diesem Falle hat der Absender einen gewissen Betrag zu hinterlegen, und das Telgramm wird nach einer Zentralstelle gesandt; dort wird dann die geeignete Küstenstation bestimmt und hiernach der Tarif berechnet.

Die Gebühr für Radiotelegramme setzt sich zusammen:

1. aus der Gebühr für die Übermittelung auf den Linien des Telegraphennetzes (in Deutschland für 1—10 Worte 50 Pf.), Landgebühr;
2. aus der Gebühr, die der Küstenstation für ihre Dienste zu-



kommt (in Deutschland für 1—10 Worte M. 1,50), Küstengebühr;

3. aus der Gebühr, die der Station an Bord des Schiffes für Annahme und Aushändigung des Telegramms zusteht (1—10 Worte M. 3,50), Bordgebühr.

Die Gesamtgebühr für ein Radiotelegramm aus Deutschland an einen Dampfer über eine deutsche Küstenstation beträgt somit, falls das Telegramm 10 Worte nicht überschreitet, M. 5,50; das gleiche Telegramm kostet über eine französische Küstenstation M. 8,20, englische Küstenstation M. 10,—, holländische Küstenstation M. 6,—.

Im Auslande nehmen außer den öffentlichen Telegraphenanstalten auch die bestehenden Radiotelegraphengesellschaften, die in der Debegschrift genannt sind, Radiotelegramme zu der tarifmäßigen Gebühr an und erteilen ebenso wie die Debeg kostenlose Auskunft.

Es folgen dann in der Debegschrift noch Tabellen über die geeigneten Küstenstationen für Nord- und Südamerikafahrt, Afrikarundfahrt (Richtung Lissabon—Mittelmeer—Kapstadt), Ostasien- und Australienfahrt und Mittelmeerfahrt. Die kleine Schrift schließt mit einer Stationsliste der Debeg. E.

Zeitsignaldienst der Station Norddeich: Die Funkentelegraphenstation Norddeich gibt zweimal täglich Zeitsignale ab, und zwar im mittleren Greenwicher Mittag und in der mittleren Greenwicher Mitternacht oder um 1 Uhr mitteleuropäischer Zeit tags und nachts. Die Ankündigungszeichen und die Signale erfolgen in der nachstehend beschriebenen Art und Weise:

11 Uhr 53 Min. bis 55 Min. = *vvvv....* (nur zur Abstimmung)
11 Uhr 57 Min. 47 Sek. = —·—·— (Achtung), knd M.G.Z.

Lange Pause.

11 Uhr 58 Min. 38 Sek. = —·—·— (Achtung).

Kleine Pause.

Von 11 Uhr 58 Min. 46 Sek. bis 50 Sek. jede Sekunde einen Strich

Kurze Pause.

Von 11 Uhr 58 Min. 56 Sek. bis 11 Uhr 59 Min. 0 Sek. jede Sek. einen Strich.

Kurze Pause.

11 Uhr 59 Min. 6 Sek. bis 10 Sek., jede Sekunde einen Strich.

Lange Pause.

11 Uhr 59 Min. 36 bis 40 Sek., jede Sekunde einen Strich.

Kurze Pause.

11 Uhr 59 Min. 46 Sek. bis 50 Sek.

Kurze Pause.

Von 11 Uhr 59 Min. 56 Sek. bis 12 Uhr 0 Min. 0 Sek. je einen Strich.

Kurze Pause.

Um 12 Uhr 6 Sek. = •—•—• (Schluß).

Die Zeitsignale sind in zweimal je 3 Gruppen von je 5 Sekunden Dauer angeordnet, so daß jede Gruppe mit einer vollen Zehnersekunde endet und das letzte Zeitsignal den Zeitpunkt 12 Uhr mittl. Greenwicher Zeit angibt. Der Beginn jedes etwa $^1/_3$ Sekunde dauernden Zeitsignals ist der Zeitpunkt der davorstehenden vollen Sekunde.

Zeitsignale Eiffelturm. Infolge der Greenwichzeit in Frankreich werden die Zeitsignale auf dem Eiffelturm vom 30. Juni a. c. nachts ab in gleicher Weise wie bisher zu folgenden Zeiten gegeben:

Vormittags:	10	Uhr	45	Min.	0	Sek.		
	10	„	47	„	0	„		Greenwich Zeit (also
	10	„	49	„	0	„		1 Stunde später nach
Nachmittags:	11	„	45	„	0	„		mitteleuropäischer
	11	„	47	„	0	„		Zeit
	11	„	49	„	0	„		

E.

Patentschau.

Von **H. Eales.**

Ein Verfahren zur Erzeugung elektrischer Schwingungen nach dem Prinzip der Stoßerregung betrifft das D. R. P. Nr. 248040 von Dr. W. Burstyn in Berlin. Burstyn schlägt darin vor, sehr kurze Entladungsstrecken zu verwenden, deren Elektroden sich aufeinander abrollen. In Fig. 1—4 sind einige Ausführungsformen abgebildet; nach Fig. 1 sind beide Elektroden a und b tellerförmig, und die eine (a) führt, da sie durch die Kugel k gelagert ist, eine schwankende Bewegung ohne eigentliche Drehung aus, wie dies strichpunktiert angedeutet ist. Diese Anordnung hat u. a. den Vorteil, daß Schleifringe vermieden sind, da der Strom dem Mittelpunkte der bewegten Elektrode durch ein biegsames Kabel zugeführt werden kann. Bei der Anordnung

nach Fig. 2 sind die Elektroden in Form von Kegelrädern (*a*, *b*, *c*) angeordnet und bei Fig. 3 stehen die äußeren Elektroden *a* und *c* fest,

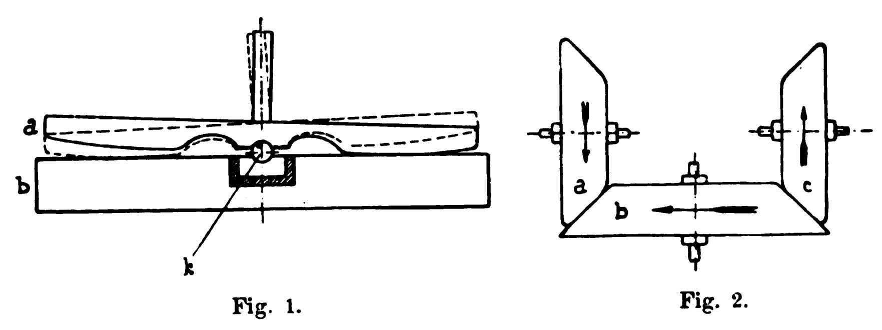


Fig. 1. Fig. 2.

während sich innerhalb derselben die Walze *b* abrollt. Um diese immer nach außen zu drücken, sind die Kurbeln *e e* als Kulissen ausgebildet und enthalten nötigenfalls Federn, welche auf die Achse drücken. Bei der Anordnung nach Fig. 4a u. 4b endlich, die eine Seitenansicht und eine Draufsicht einer weiteren Ausführungsform der Entladungsstrecke darstellen, sind zwei mit Schleifringen versehene Zylinder *a*

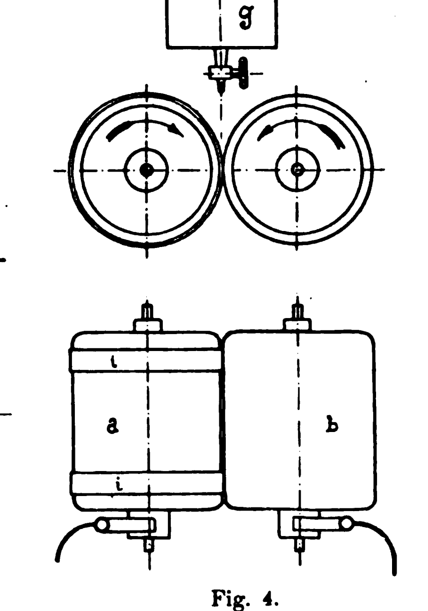
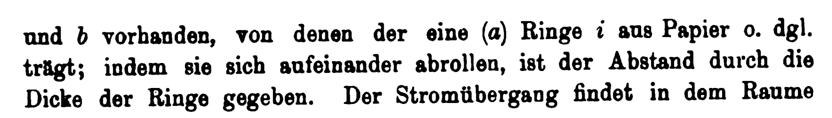


Fig. 3. Fig. 4.



und *b* vorhanden, von denen der eine (*a*) Ringe *i* aus Papier o. dgl. trägt; indem sie sich aufeinander abrollen, ist der Abstand durch die Dicke der Ringe gegeben. Der Stromübergang findet in dem Raume

zwischen den beiden Ringen an stets wechselnder Stelle statt. Die Ringe *i* können wegfallen, wenn eine oder beide Elektroden einen sich selbst erneuernden genügend isolierenden Überzug besitzen (Aluminium) oder wenn die Drehung so schnell erfolgt, daß die durch die Unregelmäßigkeiten der Oberfläche oder durch besondere Vorrichtungen entstehenden Stöße die Elektroden den größten Teil der Zeit außer Berührung halten. Ein solcher Abstand der Elektroden kann auch durch die Einführung einer hinreichend zähen Flüssigkeit zwischen die Elektroden bewirkt werden. Zu diesem Zwecke können sich die beiden Walzen entweder in einem Ölbade befinden, oder es kann aus einem Tropfgefäß *g* (Fig. 4a) Öl zwischen die Walzen fließen. Um der trennenden Ölschicht auch bei langsamen Geschwindigkeiten der Elektroden eine hinreichende Dicke zu sichern, können dem Öle feste, isolierende Körper möglichst gleichmäßiger Größe, Sägespäne, Stärkekörner o. dgl. beigemengt sein. Die günstige Wirkung von sich aufeinander abrollenden Elektroden soll darauf zurückzuführen sein, daß sich die Elektroden nur in einem Punkt oder einer Linie nahezu berühren und sich dabei so bewegen, daß diese Berührungsstelle für beide Elektroden fortwährend wechselt, wodurch ein Festbrennen des Lichtbogens verhindert wird. Dabei trennen sich aber die bisherigen Übergangsstellen nicht durch Verschiebung parallel sondern senkrecht zur Oberfläche.

Das D. R. P. Nr. 247718 der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin betrifft eine Serienfunkenstrecke zur Erzeugung schneller elektrischer Schwingungen nach dem Wienschen Verfahren. Sie besteht aus einander gegenüberstehenden plattenförmigen Elektroden, und zwar sind die als ringförmigen Rippen ausgebildeten Kühlkörper mit den Elektrodenplatten zu einem Stück vereinigt.

Durch D. R. P. Nr. 248205 hat sich die C. Lorenz-Aktiengesellschaft in Berlin eine Einrichtung zur Erzeugung tönender Signale schützen lassen, die eine weitere Ausbildung der Entladestrecke nach D. R. P. Nr. 237714 bildet (vgl. Jahrb. **5**, 243). Bei der Forderung die Entladestrecke nach dem genannten Patente als Mehrfachentladestrecke auszubilden, ergaben sich Schwierigkeiten, die darauf beruhten, daß ein Energieübergang auf der ringförmigen Zone des kleinsten Abstandes zwischen den annähernd konzentrischen Kugelflächen dann nicht mehr erfolgte, sobald der Abstand der Elektroden, nach gegenseitiger Näherung zwecks Zündung, wieder vergrößert wurde. Um diese Schwierigkeiten zu beseitigen, soll nach dem genannten Zusatzpatent Nr. 248205 eine aus drei Elektroden *a b c* Fig. 5 mit annähernd konzentrischen Kugelflächen bestehende Mehrfachentladestrecke Verwendung finden,

deren mittlere Elektrode *b* fest angeordnet ist, während die beiden äußeren Elektroden *a* und *c* durch eine gemeinsame Einstellvorrichtung verbunden sind. Hierdurch wird ermöglicht, durch Einwirkung auf den Hebel *k* der gemeinsamen Einstellvorrichtung eine gleichmäßige Einstellung der äußeren Elektroden auf die mittlere zu ermöglichen und bei beliebigem Abstand der Elektroden voneinander den Energieübergang auf der ringförmigen Zone des kleinsten Abstandes zu ermöglichen.

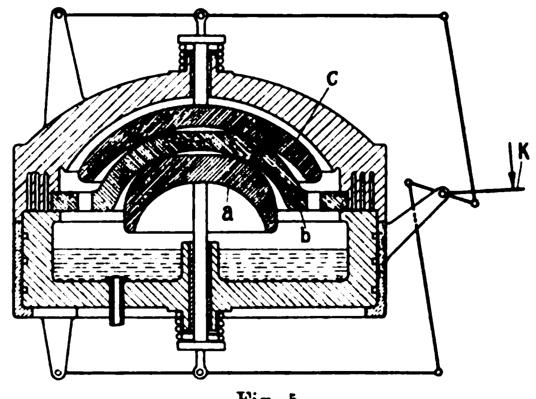


Fig. 5.

Dr. O. Blumenwitz und M. Vos in Graz schlagen in der österreichischen Patentschrift Nr. 52808 vor, bei der Stoßerregung elektrischer Schwingungen unter Verwendung von Löschröhren einen doppelwandigen evakuierten Glaszylinder als elektrodenlose Löschröhre zu verwenden; die äußerste und innerste Fläche dieser elektrodenlosen Löschröhre soll dabei mit einem Metallbeleg versehen sein, so daß derselbe gleichzeitig als Kondensator im Schwingungskreis dient.

Einen Kasten aus Metall zum Aufnehmen von Spulen für Hochfrequenzströme hat sich die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin durch D. R. P. Nr. 248684 schützen lassen; als Kastenmaterial soll ein elektrisch gut leitendes Metall, wie Kupfer oder Silber, benutzt werden. Die Ausführung kann auch so getroffen werden, daß nur die Innenwandungen mit einem gut leitenden Metall, wie Kupfer oder Silber, bekleidet sind, während der Kasten im übrigen aus anderem Material besteht.

Eine Luftleiteranordnung für die drahtlose Nachrichtenübermittlung betrifft das D. R. P. Nr. 247274 der C. Lorenz-Aktiengesellschaft in Berlin. Der Luftleiter besteht dabei aus geschlossenen Schwingungssystemen $a\ a_1$ in Fig. 6, die wie bei dem Lecherschen System mehrfache Reflexionspunkte (z. B. Drosselspulen *d*) besitzen. Die Erregung erfolgt aus dem Erreger oder Stoßkreis *c* über die induktive Koppelung *b*. An Stelle des Erregerkreises kann auch ein Empfänger treten. Jedes

geschlossene Schwingungssystem $a\ a_1$ soll dann in einer ganzen Wellenlänge schwingen, wie dies in Fig. 7 schematisch angedeutet ist.

Einen Empfänger für elektromagnetische Wellen nach Art der bekannten Saitenelektrometer betrifft das D.R.P. Nr. 248124 von R. A. Fessenden in Brant Rock, Mass. V. St. A. Ein feinerLeitungsdraht oder ein Paar von solchen Drähten ist dabei derartig aufgehängt, daß sie sich gegenüber festen, parallel und nahe zu den aufgehängten Drähten angeordneten Leitern bewegen können. Die festen Leiter sind mit einer Wechselstromquelle verbunden, deren Frequenz nicht stark von der Frequenz der Schwingungen abweicht, die den beweglichen Drähten durch die elektromagnetischen Wellen erteilt werden. Hierdurch werden Schwebungen hervorgerufen, die geeignet sind, Zeichen zu geben, welche gehört oder fortlaufend aufgezeichnet werden können. Das Gefäß, welches die beweglichen Drähte enthält, soll so weit luftleer gemacht werden, bis der Widerstand der Luft gegen die Bewegung der Drähte sehr klein geworden ist. Um die empfangenen Zeichen fortlaufend aufzuzeichnen, wird eine lineare

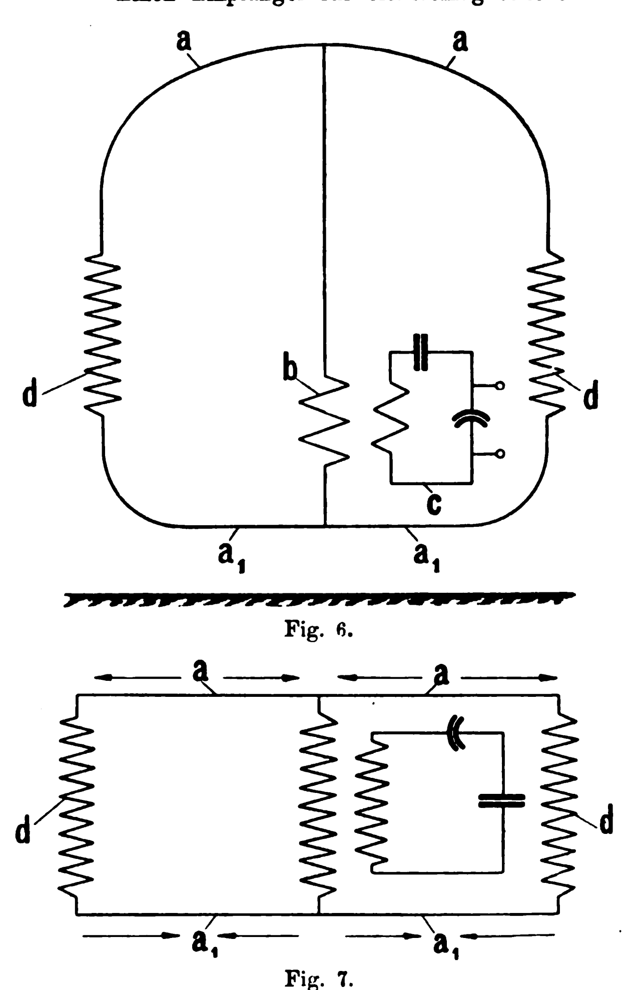


Fig. 6.

Fig. 7.

Strahlungsquelle, wie z. B. eine Nernstlampe verwendet, die parallel mit dem beweglichen Draht oder den Drähten angeordnet ist.

Ein Verfahren zum Tasten starker elektrischer Ströme, wobei statt des eigentlichen Betriebsstromes der Erregerstrom der stromliefernden Dynamo durch den Taster ein- und ausgeschaltet wird, betrifft das D. R. P. Nr. 246 244 von Dr. W. Burstyn. Im Erregerkreis liegt ein Relais *r* (Fig. 8 und 9), welches einen Widerstand *z* aus- bzw. einschaltet. Infolge der Verwendung dieses Relais wird der zuerst verstärkte Erregerstrom erst einen Augenblick nach dem Niederdrücken des Tasters *t* auf den normalen Wert zurückgebracht; hierdurch wird ein schnelles Anwachsen des Feldmagnetismus erreicht, so daß der Betriebsstrom beim Einschalten dem Taster schnell gehorcht. Bei der Anordnung nach Fig. 9 wird außerdem eine schnelle

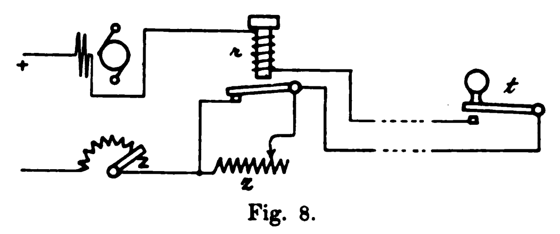


Fig. 8.

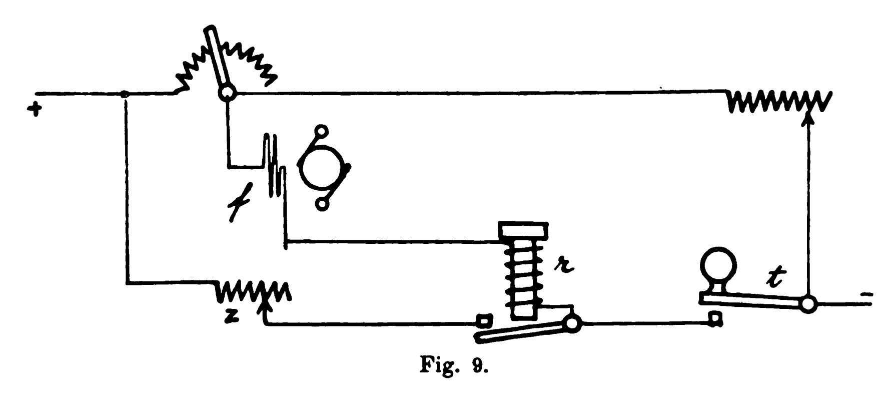


Fig. 9.

Entmagnetisierung der Feldmagnete beim Öffnen des Tasters *t* dadurch bewirkt, daß ein vorübergehender oder dauernder entgegengesetzter Strom durch die Feldwickelung *f* gesandt wird; der Betriebsstrom gehorcht dann auch beim Ausschalten dem Taster schnell.

Die französische Patentschrift Nr. 438 816 von F. Pellin betrifft eine Empfängerschaltung mit veränderlicher induktiver Koppelung. Pellin verwendet einen Transformator, dessen Primär- und Sekundärwickelung in Form von hohlen halbkreisförmig gebogenen Spulen gewickelt sind; die eine dieser Spulen kann mehr oder weniger in die andere einge-

taucht werden, so daß die Koppelung nach Belieben lose oder fest gemacht werden kann.

Eine Schaltung zur Erzeugung schwach gedämpfter elektrischer Schwingungen betrifft das österreichische Patent Nr. 53552 der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin. Zwei Schwingungskreise werden von einer gemeinschaftlichen Funkenstrecke derart erregt, daß durch Schwebungen der in ihnen entstehenden Schwingungen der Funke zum Erlöschen kommt und dann das ganze System als ein einziger Kreis ohne Funkenstrecke weiter schwingt. Die britischen Patentschriften Nr. 8524 und 8712 aus dem Jahre 1911 betreffen dieselbe Schaltung.

(Eingesandt 14. Juli 1912.)

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

(Die Redaktion behält sich die Besprechung einzelner Werke vor.)

Wie telegraphiere ich drahtlos? Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie (Debeg). Berlin.

J. Hermann, Elektrotechnik. Einführung in die Starkstromtechnik. I. Die physikalischen Grundlagen. 1911. II. Die Gleichstromtechnik. 1912. Sammlung Göschen Nr. 196 u. 197, G. J. Göschensche Verlagshandlung in Leipzig. Jedes in Leinw. geb. M. —.80

Grundlagen der Funkentelegraphie in allgemeinverständlicher Darstellung. Herausgegeben vom Torpedo-Versuchskommando (Verfügung des R. M. A. vom 31. III. 1911. BVa 798). Verlag von C. Schaidt (Inhaber Georg Oheim) Kiel.

Karl Strecker, Fortschritte der Elektrotechnik. 25. Jahrgang. Das Jahr 1911. 3. Heft. Verlag von Julius Springer, Berlin 1912.

Karl Pichelmayer, Wechselstromerzeuger. Sammlung Göschen Nr. 547. G. J. Göschensche Verlagshandlung Leipzig 1911.

C. Kinzbrunner, Die Gleichstrommaschine. Sammlung Göschen Nr. 257. G. J. Göschensche Verlagshandlung, Leipzig 1911.

Paul Drudes Physik des Äthers auf elektromagnetischer Grundlage. Neu bearbeitet von Prof. Dr. Walter König. Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart 1912. 2. Aufl. M. 16.—

Alphonse de Candolle (Deutsch herausgegeben von Wilhelm Ostwald), Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten seit zwei Jahrhunderten. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1911.

Ernst Cohen. Jacobus Henricus van't Hoff. Sein Leben und Wirken. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1912.

AEG-Zeitung, Juli und August 1912.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik und Meteorologie in 4 Bd. 10. Aufl. Herausgegeben von Leop. Pfaundler. IV. Band fünftes Buch. Magnetismus und Elektrizität von Walter Kaufmann. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1912. M. 9.—

The Marconigraph. Wireless-Telegraphy-Illustrated-Month by Month. July 1912. Verlag Marconi House, Strand London W. C.

Franz Anderle, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Verlag Franz Deuticke, Wien. 2. Aufl. M. 8.—

Kosmos, Handweiser für Naturfreunde. 1. Halbjahr 1912 und Heft 7 u. 8. 1912. Franckhsche Verlagshandlung in Stuttgart.

A. Häussler, Wegweiser für die Gravitationsforschung. Kommissions-Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin 1912. M. 2.—
C. Breitfeld, Berechnung von Wechselstrom-Fernleitungen. (Sammlung: Elektrotechnik in Einzeldarstellungen. Heft 17.) Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1912. Geh. M. 4.—, geb. M. 4.60
Technische Monatshefte, Heft 1—8 1912. Franckhsche Verlagshandlung, Stuttgart. pro Heft M. —.70
Frederick Soddy (Deutsch von Max Iklé), Die Chemie der Radio-Elemente. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1912. M. 4.—, geb. M. 4.80
Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus, herausgegeben von Prof. Dr. L. Graetz (München). Band I, Lieferung 1. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1912. M. 6.—

(Eingesandt 16. August 1912.)

Literaturverzeichnis.

Adams, E. P., Ann Phys. Beibl. **36**, 749, 1912 (Ref. über Contrib. from Jefferson Phys. Lab. 8, 1, 1911). Die Ausbreitung langer elektrischer Wellen längs Drähten.

Alexanderson, Ernst F. W., Elektrot. Ztschr. **33**, 659, 1912. Hochfrequenzapparate für drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Arco, Graf Georg von, Dinglers Polyt. Journ. Heft 25, S. 397, 1912. Drahtlose Telegraphie mit und in den Kolonien.

Bairsto, G. E., Electrician **69**, 652, 1912. A simple grouping for the electrolytic rectification of alternating currents of any number of phases (vgl. ebenda S. 708/709 L. H. Walter.

Boutaric, A. u. Meslin, G., C. R. Tome **154**, 1746, 1912. Influence de l'éclipse de soleil du 17 avril 1912 sur la propagation des oscillations électriques.

Brommer, Alois, Phys. Ztschr. **13**, 684, 1912. Luftelektrische Messungen während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912.

Busch, Hans, Phys. Ztschr. **13**, 615, 1912. Eine einfache Ableitung der vollständigen Theorie des Oszillographen.

Campbell, Albert, Electrician **69**, 690, 1912. A method of comparing capacities at various frequencies.

Chaffee, E. Leon, Journ. Franklin Inst. **173**, 437, 1912. A new system of impact excitation of continuous electrical oscillations and their application to wireless telephony.

Donder, Th. de, C. R. Tome **154**, 1791, 1912. Sur le mouvement des électrons dans un champ électromagnétique donné.

Erskine-Murray, J., Nature Nr. 2225, S. 400, 1912. The progress of radiotelegraphy (Besprechung des Jahrbuches, IV. Band).

— Electrician **69**, 583, 1912. A direct method for the determination of the radiation efficiency, earth resistance and radiation resistance of a wireless transmitter (vgl. Jahrb. 5, 499, 1912).

Esau, A., Phys. Ztschr. **13**, 658, 1912. Über die Messung der Selbstinduktion und Kapazität von Luftleitern.

— Phys. Ztschr. **13**, 721, 1912. Über den Einfluß der Atmosphäre auf funkentelegraphische Sender und Empfänger.

Gerlach, W., Phys. Ztschr. **13**, 589, 1912. Uber ein neues Wattmeter für schwache Wechselströme.

Goldberg, G., Prometheus 23 (Nr. 1184), S. 629, 1912. Die Entwickelung der drahtlosen Telegraphie.

Goldschmidt, R.'s Hig-Frequency Alternator for Wireless Telegraphy and Telephony. Electrician 69, 615, 1912.

Helios 18, 1406, 1912. Die Prüfung von Blitzableiteranlagen.

Hennig, Richard, Reclams Universum Heft 43, S. 1076, 1912. Deutschland und die drahtlose Telegraphie.

Herweg, J., Phys. Ztschr. 13, 633, 1912. Schwingungen und Hysteresis bei Glimmentladung.

Hogan jr., John L., Electric. World 59, 1393, 1912. International Radio-Telegraph Congress.

Jouast, M. R., Bull. Soc. Intern. des Électriciens Tome II, No. 6 (3), 1912. Mesure des longueurs d'onde en télégraphie sans fil.

Kimura, Shunkichi, Phys. Rev. 34, Nr. 5, 1912. One-waveness in wireless telegraphy; pseudo-impact excitation.

Lampa, Anton, Wien. Anz. 1912, S. 125—126. Über die Wirkung eines intermittierenden Kontaktes in einem eine Kapazität enthaltenden Wechselstromkreis.

Latour, Marius, La Lum. él. 34, Tome XVIII (2), 355, 1912. La génération industrielle des courants à haute fréquence.

Leimer, E., Soc. Franç. de Phys. Nr. 27, S. 2, 1912. Réception d'ondes hertziennes par un poste téléphonique de l'État sans aucun dispositif spécial.

Lindemann, R., Verh. D. Phys. Ges. 14, 624, 1912. Über die Verwendung der harmonischen Oberschwingungen des Poulsenkreises bei Messungen der Wellenlänge.

Lindman, Karl F., Ann. Phys. 38, 523, 1912. Nachweis objektiv vorkommender stehender elektrischer Wellen im Luftraume.

Marconis Wireless Telegraph Co. Ltd. Electrician 69, 414, 1912.

— L'Électricien 32, 412, 1912. Nouveaux postes radiotélégraphiques de l'armée anglaise

— Electrician 69, 666, 1912. Imperial wireless telegraph service (Agreement with the Postmaster-General).

— Electrician 69, 701, 1912. Portable wireless telegraph stations.

Mather, T., Electrician 69, 583, 1912. Wireless telegraphy without masts.

Mauborgne, J. O., Electrician 69, 623, 1912. Notes on the operation of inductively coupled receiving sets in wireless telegraphy.

Meslin, G., s. Boutarie, A.

Missner, Benjamin F., Scientific American 20. Juli 1912. The wireless directed torpedo. Some new experiments in an old field.

Nature, La, Nr. 2040, S. 76, 1912. La télégraphie sans fil aux États-Unis (Vue du Poste de T. S. F. d'Arlington).

Occhialini, A., Phys. Ztschr. 13, 705, 1912. Die Existenzbedingungen des Lichtbogens zwischen Kohlen.

Pedersen, P. O., Le problème du secret dans les communications radiotélégraphiques Rapport officiel au Congrès international des applications électriques. Turin, Sept. 1911.

Pierce, G. W., Ann. Phys. Beibl. 36, 748, 1912 (Ref. über Contrib. from Jefferson Phys. Lab. 8, 293, 1911). Die Theorie der gekoppelten Schwingungskreise bei Einwirkung einer eingeprägten EMK. mit Anwendungen auf die Radiotelegraphie.

Poulsen, Valdemar, La téléphonie sans fil. Rapport officiel au Congrès international des applications électriques, Turin, Sept. 1911.

Radio-Telegraph-Conference, International, Electrician 69, 585, 1912.

(Eingesandt 10. August 1912.)

Jahrbuch

der

drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Band 6. 1912. Heft 3.

Internationale radiotelegraphische Konferenz zu London.

Wir bringen nachstehend die Protokolle über die Eröffnungs- und die Schlußsitzung der Konferenz sowie die über den radiotele-



graphischen Verkehr gefaßten Beschlüsse; auch fügen wir eine Photographie der Delegierten bei, die uns von der Telefunken-Gesellschaft, Berlin, in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt wurde.

(Die Red.)

Eröffnungssitzung am 4. Juni 1912.

Die seitens der Britischen Regierung in Gemäßheit des Artikels 11 der Berliner Konvention einberufene Internationale radiotelegraphische Konferenz trat am Dienstag, 4. Juni 1912, vormittags 11 Uhr, im großen Saale der Institution of Electrical Engineers zusammen.

Es waren zugegen:

Für Deutschland die Herren: Koehler, Direktor im Reichspostamt; Wachenfeld, Geheimer Oberregierungsrat im Reichspostamt; Schrader, Geheimer Oberregierungsrat im Reichspostamt; Goetsch, Geheimer Botschaftsrat; Dr. Krauss, Geheimer Regierungsrat im Kolonialamt; Fielitz, Fregattenkapitän; Lutter, Hauptmann im Kolonialamt; Dr. Beggerow, Physiker im Reichsmarineamt, als Delegierte; ferner Herr Barckhausen, Telegrapheninspektor, als Beigeordneter.

Für die Vereinigten Staaten von Nordamerika die Herren: John R. Edwards, Konteradmiral; David W. Todd, Korvettenkapitän; Prof. Dr. Louis W. Austin, Direktor des radiotelegraphischen Laboratoriums im Marinedepartement; George O. Squier, Hauptmann im Signalkorps der Armee; C. McK. Saltzman, Hauptmann im Signalkorps der Armee; John I. Waterbury, Delegierter des Handelsdepartements; Dr. Arthur G. Webster, M. N. A. S., Mitglied des Kuratoriums des National Bureau of Standards; John Hays Hammond jr., B. S., M. S., Delegierter des Handelsdepartements; W. D. Terrell, Inspektor der Radiotelegraphie im Handelsdepartement; Prof. Willis L. Moore, Leiter des meteorologischen Bureaus im Landwirtschaftsdepartement; John Q. Walton, Marineingenieur im Finanzdepartement, als Delegierte; ferner Herr F. A. Kolster, Physiker, Assistent im National Bureau of Standards, als Beigeordneter.

Für die Republik Argentinien: Herr V. J. Dominguez, Exz., Bevollmächtigter Gesandter der Argentinischen Republik in London, und Herr Augustin Sal, Generalinspektor der Telegraphen der Argentinischen Republik, als Delegierte.

Für Österreich die Herren: Ritter Wagner von Jauregg, Generaldirektor der Post und Telegraphie, und Dr. Rudolf von Ostheim, Sektionsrat im Handelsministerium, als Delegierte; ferner Herr Baron F. von Teufenstein, Sekretär im Handelsministerium, als Beigeordneter.

Für Ungarn die Herren: Charles Follért, Generaldirektor der Post und Telegraphie, und Dr. G. Hennyey de Hennye, Chefdirektor der Post und Telegraphie, als Delegierte; ferner Herr J. Hollós, technischer Oberregierungsrat, als Beigeordneter.

Für Bosnien und die Herzegowina die Herren: H. Goiginger, K. K. österr.-ungar. Stabsgeneral, Chef der Telegraphie und Post für Bosnien und die Herzegowina; A. Daninger, Hofrat; J. Pran-

boeck, Oberkommissar des Bauwesens; J. Glatter, Hauptmann im Generalstab; A. Cicoli, Fregattenkapitän; Romeo Vio, Marineleutnant, als Delegierte.

Für Belgien die Herren: J. Banneux, Generaldirektor des Telegraphenwesens; A. Deldime, Abteilungsvorstand in der Zentralverwaltung des Telegraphenwesens; Robert Goldschmidt, Ingenieur, als Delegierte; ferner Herr René Corteil, Telegrapheningenieur, als Beigeordneter.

Für Brasilien: Herr Francisco Bhering, Subdirektor der technischen Abteilung im Ministerium der öffentlichen Arbeiten und des Verkehrswesens, als Delegierter.

Für Bulgarien: Herr Ivan Stoyanowitch, Generaldirektor des Post-, Telegraphen- und Fernsprechwesens, als Delegierter.

Für Chile: —

Für Dänemark die Herren: N. Meyer, Telegraphendirektor; J. A. Voehtz, Schiffskapitän; R. N. A. Faber, Geniehauptmann; T. F. Krarup, Subdirektor im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, als Delegierte.

Für Ägypten: Herr J. S. Liddell, Geniemajor a. D., Generalinspektor der Telegraphenverwaltung, als Delegierter.

Für Spanien die Herren: Garcia Roure, Genieoberst, Fernandez Quintana, Geniehauptmann; Juan Carranza, Schiffskapitän; Jaime Janer Robinson, Schiffsleutnant; Jacinto Labrador y Guzman, vom Ministerium des Innern; Nieto y Gil, vom Unterrichtsministerium, als Delegierte.

Für Frankreich die Herren: A. Frouin, Direktor des Telegraphenwesens in der Post- und Telegraphenverwaltung; V. Belugou, Oberingenieur, Vorstand des Telegraphen-Material-Bureaus; L. Poulaine, Unterbureauvorstand im Unterstaatssekretariat der Post und Telegraphie; Bouthillon, Post- und Telegrapheningenieur, technischer Beirat; Cartier, Genie-Bataillonschef; Ferrié, Genie-Bataillonschef, dem Genie-Materialdirektor beigeordnet; Fossey, Fregattenkapitän; du Paty de Clam, Schiffsleutnant; Duchêne, Subdirektor, Dienstleiter im Sekretariat und Gegenzeichner im Kolonialministerium; Morgat, Bureauvorstand im Kolonialministerium; Michel, Subvorstand im Kolonialministerium; Brenot, Geniehauptmann; de Felcourt, Attaché der Französischen Botschaft in London, als Delegierte; ferner Herr Lacombrade als Beigeordneter.

Für Großbritannien die Herren: Sir H. Babington Smith, K. C. B., C. S. I.; E. W. Farnall, C. B., beigeordneter Sekretär im

Generalpostamt; R. J. Mackay, Abteilungsvorstand im Generalpostamt; F. W. Home, beigeordneter Direktor im Rechnungsdepartement des Generalpostamtes; F. G. Loring, Fregattenkapitän, Inspektor der Radiotelegraphie im Generalpostamt; E. F. B. Charlton, Schiffskapitän, A. D. C.; W. R. W. Krettlewell, Fregattenkapitän; John. A. Slee, Schiffsleutnant; G. M. W. Macdonogh, Oberstleutnant; R. H. H. Boys, D. S. O., Geniekommandant, als Delegierte; ferner die Herren J. Louden, vom Sekretariat des Generalpostamtes; A. W. Cross, vom Rechnungsamt des Generalpostamtes; J. E. Taylor, vom Hauptingenieurbureau des Generalpostamtes, als Beigeordnete; außerdem die Herren W. B. Harris, vom Sekretariat des Generalpostamtes; A. Gordon, vom Sekretariat des Generalpostamtes; F. Addey, vom Hauptingenieurbureau des Generalpostamtes, als Schriftführer-Beigeordnete der Konferenz.

Für die Südafrikanische Union die Herren: Sir Richard Solomon, G. C. M. G., Oberregierungskommissar; M. T. S. Nightingale, Sekretär in der Oberverwaltung der Union, als Delegierte.

Für Australien: Herr Charles Bright, F. R. S. E., M. Inst. C. E., M. I. E. E., als Delegierter.

Für Kanada die Herren: G. J. Desbarats, Marineunterstaatssekretär; C. P. Edwards, Dienstleiter der Radiotelegraphie, als Delegierte.

Für Britisch Indien die Herren: Sir H. A. Kirk, K. C. I. E., Chefdirektor der Indo-Europäischen Telegraphenverwaltung; M. F. E. Dempster, C. I. E., M. I. E. E., Telegraphendirektor, als Delegierte.

Für Neuseeland die Herren: C. Wray Palliser, Oberregierungskommissar; T. E. Donne, Oberregierungskommissar, als Delegierte.

Für Griechenland: Herr Constantin Dosios, Schiffsleutnant, als Delegierter.

Für Italien die Herren: Onorevole Professore A. Battelli, Senator; Commendatore Q. Majorana, Direktor der Akademie für Post-, Telegraphen- und Fernsprechwesen; Dr. Cavaliere Enrico Mirabelli, Leiter der Abteilung für Radiotelegraphie im Ministerium des Post- und Telegraphenwesens; Commendatore V. Pullino, Fregattenkapitän; Cavaliere C. Bardelloni, Geniehauptmann; Cavaliere G. Gneme, Abteilungsvorstand im Ministerium des Post- und Telegraphenwesens, als Delegierte.

Für Japan die Herren: Kenji Ide, Schiffskapitän; Seiichi Kurose, Kapitänleutnant; Tetsujiro Sakano, Bureauvorsteher in der Verkehrsverwaltung; Riuji Nakayama, Elektroingenieur im Verkehrs-

ministerium, als Delegierte; ferner Herr Harumichi Tanabe, Kommissar in der Verkehrsverwaltung, als Beigeordneter.

Für Marokko die Herren: Cid Mohammed bel Abbas el Kabbaj; Asensio, Subdirektor des Scherifischen Telegraphenwesens, als Delegierte.

Für Mexico: —

Für Monaco die Herren: M. F. Roussel, Exz., Staatssekretär; Baron A. Berget, Professor am Ozeanographischen Institut zu Paris, als Delegierte.

Für Norwegen die Herren: Heftye, Generaldirektor des Telegraphenwesens; K. A. Knudssön, Beigeordneter in der Direktion des Telegraphenwesens; K. Domaas, Oberstleutnant und Chef des Telegraphenbataillons; B. L. Gottwaldt, Marineleutnant, als Delegierte.

Für die Niederlande die Herren: G. J. C. A. Pop, Generaldirektor des Post- und Telegraphenwesens; J. P. Guépin, Schiffskapitän, als Delegierte; ferner Herr H. J. Nierstraß, Leiter des technischen Dienstes der Radiotelegraphie, als Beigeordneter.

Für Niederländisch-Indien und die Kolonie Curaçao die Herren: J. J. Perk, Divisionschef und Kabinetschef im Kolonialministerium; F. van der Goot, Ingenieur, Leiter des technischen Telegraphendienstes in Niederländisch-Indien, als Delegierte.

Für Persien die Herren: Mirza Abdul Ghaffar Khan, Legationsrat, und Casey, als Delegierte.

Für Portugal: —

Für Rumänien: Herr Cesar Boerescu, Schiffskapitän, Subchef des Militärdienstes, als Delegierter; ferner Herr C. Vidic, Post-, Telegraphen- und Fernsprech-Ingenieur, als Beigeordneter.

Für Rußland die Herren: de Etter, C. V. O., Botschaftsrat; Professor Ossadtschy, Wirklicher Staatsrat; Euler, Oberst, General-Post- und Telegraphen-Inspektor; Serguéiewitch, Hofrat, Sektionschef in der Post- und Telegraphen-Verwaltung; Baron de Wineken, Oberst der Generalstabsverwaltung; Sokoltzov, Genie-Oberstleutnant; Schmitt, Schiffsleutnant, vom Generalstab der Marine; Dmitrieff, Fregattenkapitän, vom Generalstab der Marine; Stchastnyi, Schiffsleutnant, Minenoffizier, als Delegierte; ferner Herr Skritski, Elektroingenieur, als Beigeordneter.

Für Siam die Herren: Luang Sanpakitch Preecha, Siamesischer Geschäftsträger in London; W. J. Archer, C. M. G., Legationsrat, als Delegierte.

Für Schweden die Herren: Sven Ludvig Herman Rydin, General-

direktor und Chef der Telegraphenverwaltung; Graf Henning Adolf Hamilton, Abteilungsvorstand in der Telegraphenverwaltung, als Delegierte; ferner die Herren Henri Léopold de Champs, Kommandant, vom Generalstab; N. L. Åkerblom, Schiffsleutnant, als Beigeordnete.

Für die Türkei die Herren: Mehmed Emin Bey, Chef des Geniecorps; Fahry Bey, Beigeordneter, Direktor für den Telegraphendienst; Osman Saadi Bey, Schiffsleutnant, als Delegierte.

Für Uruguay: Se. Exz. Herr F. R. Vidiella, Bevollmächtigter Minister für Uruguay in London, als Delegierter.

Außer den Genannten waren als Vertreter von Privatgesellschaften anwesend:

für die Marconi Wireless Telegraph Company, Limited: die Herren Godfrey C. Isaacs; W. W. Bradfield;

für Siemens Brothers & Co., Limited: Herr Hird;

für die Compagnie Française, Maritime et Coloniale de Télégraphie sans Fil (système Marconi): Herr Baron de la Chevrelière;

für die Compañia nacional de Telegrafia sin hilos: Herr Graf d'Albiz;

für The Telefunken Co. of the United States of America: die Herren R. Pfund und Dr. A. Ostheimer.

An der Konferenz nahmen ferner teil die Herren: A. Crescitz, Ehren-Generalinspektor der Post und Telegraphie, Vizedirektor des internationalen Bureaus der Telegraphenunion; J. Homberger, erster Sekretär des internationalen Bureaus; Fr. Schwill, Oberpostinspektor, Sekretär des internationalen Bureaus.

Um 11^{h} 10^{m} a. m. übernimmt Herr Herbert M. Samuel, Postmaster-General, den Vorsitz und richtet an die Konferenz folgende Eröffnungsansprache:

„Meine Herren!

Im Namen Sr. Majestät des Königs sowie der Regierung der Vereinigten Königreiche habe ich die Ehre, die Vertreter aller am Verkehr mittels drahtloser Telegraphie zwischen Schiffen und dem Festlande, sowie zwischen Schiffen auf offenem Meere interessierten Länder willkommen zu heißen.

Meine Herren!

Seit im Jahre 1906 die radiotelegraphische Konvention beschlossen wurde, hat die Telegraphie ohne Draht begonnen, sich rasch zu entwickeln, und die Ereignisse haben gezeigt, welche stetig wachsende Bedeutung sie besitzt, und zwar besonders für die Förderung der Schiffahrt und für die Erhöhung der Sicherheit der Schiffe.

Gemäß dem Brauch, der sich bei den Telegraphen-Konferenzen gebildet hat, werden die Vertreter der deutschen Regierung zweifellos über die Verwaltung der radiotelegraphischen Union während der ersten sechs Jahre ihres Bestehens Bericht erstatten. Offenbar kann dieser Bericht nur in jeder Hinsicht befriedigend sein, und ich bin sicher, die einstimmigen Gefühle dieser Versammlung zum Ausdruck zu bringen, wenn ich der deutschen Regierung den tiefgefühltesten Dank aller Länder der Union dafür ausspreche, daß sie die Initiative ergriffen und die Berliner Konferenz einberufen hat, die in so glücklicher Weise zu einer Konvention geführt hat, welche geeignet ist, einen wohlorganisierten Fortschritt in der Telegraphie ohne Draht zu erleichtern.

Die Versammlung, die sich in Berlin zusammenfand, sah sich zahlreichen Schwierigkeiten gegenübergestellt. Sie sah sich in die Notwendigkeit versetzt, für die Unstimmigkeiten vorzusorgen, die zwischen den vertragschließenden Ländern entstehen könnten.

Glücklicherweise ist es niemals nötig gewesen, zu diesen Maßnahmen zu schreiten, und das ist das beredteste Zeugnis für die Vorzüglichkeit der Konvention und für den Nutzen der Arbeiten der Berliner Konferenz.

Aber man darf nicht voraussetzen, daß eine Konvention, mag sie auch noch so viel voraussehen, für alle Möglichkeiten vorbereitet ist, oder daß sie auch nur die Entwickelung der Anwendung einer jungen und lebenskräftigen Wissenschaft übersehen kann. Offenbar werden die im Jahre 1906 beschlossenen Anordnungen erweitert, verbessert, ja teilweise neu getroffen werden müssen. Das jüngste Unglück der „Titanic“, das wir alle beklagen, hat die Notwendigkeit einer erweiterten Anwendung der Radiotelegraphie auf offener See gezeigt, sowie die Notwendigkeit, nach neuen Mitteln zu suchen, um sie in der Erfüllung ihrer hohen Pflicht, Unglücksfällen vorzubeugen und die Rettungsarbeit zu fördern, wirksamer zu gestalten. Gewisse, für diesen Zweck erforderliche oder wünschenswerte Maßnahmen liegen vielleicht außerhalb des Bereiches der Konvention, zu deren Durchsicht diese Konferenz einberufen worden ist. Möglicherweise werden hierzu die Maßregeln

gehören, welche die zwangsweise Einrichtung eines radiotelegraphischen Dienstes an Bord der Schiffe betreffen. Auf alle Fälle wird die Regierung Sr. Majestät, soweit das Vereinigte Königreich in Frage kommt, und, wie ich nicht zweifle, auch die übrigen Regierungen, dankbar die Meinungen dieser großen Versammlung über diesen Gegenstand entgegennehmen, besonders unter dem Gesichtspunkte der Einstimmigkeit, der in den Gesetzen möglich sein wird, welche die einzelnen Länder werden erlassen können, um eine vermehrte Einrichtung radiotelegraphischer Apparate zu bewirken.

Die Konferenz wird zweifellos den Vertretern der hauptsächlichen radiotelegraphischen Gesellschaften eine freundliche Aufnahme gewähren, und die technischen Kenntnisse dieser Vertreter wird Ihre Arbeiten wesentlich erleichtern.

In den letzten Jahren hat die Radiotelegraphie sehr große Fortschritte gemacht, und ich hege das volle Vertrauen, daß sie nicht verfehlen wird, sich weiter nützlich zu entwickeln. In Zukunft wird, des bin ich sicher, die Richtung, die ihr die Beschlüsse der neuen Konvention geben werden, von allergrößtem Nutzen sein. Indem ich Ihren Arbeiten den besten Erfolg wünsche und Ihnen die Versicherung gebe, daß wir es an nichts fehlen lassen werden, um Ihnen den Aufenthalt in London angenehm zu gestalten, erkläre ich die Zweite Internationale Radiotelegraphische Konferenz für eröffnet.“

Diese Worte wurden von der Versammlung mit einstimmigem Beifall aufgenommen.

Herr Ministerialdirektor Koehler, als deutscher Delegierter, antwortet folgendermaßen:

„Herr Postmaster-General!

Meine Herren!

Nach dem Brauche, der seitens der Telegraphen-Konferenzen angenommen worden ist, habe ich die Ehre, als Vertreter des Landes, in dem die vorige radiotelegraphische Konferenz stattgefunden hat, und im Namen aller hier versammelten Delegierten die Gefühle aufrichtiger Dankbarkeit zum Ausdruck zu bringen für die Einladung, die uns seitens der britischen Regierung zugegangen ist, für die äußerst herzlichen Worte des Willkommens, die der Herr Postmaster-General soeben an uns gerichtet hat, und für den überaus wohlwollenden Empfang, den wir von Anfang an auf britischem Boden gefunden haben. Gestatten Sie mir, persönlich hinzuzufügen, daß ich tief gerührt bin von der liebenswürdigen Weise, in der der Herr Postmaster-General der

seitens der deutschen Regierung ergriffenen Initiative für den Abschluß der radiotelegraphischen Konvention Erwähnung getan hat.

Zwei telegraphische Konferenzen sind bereits in London zusammengetreten, und zwar im Jahre 1879 und im Jahre 1903. Wir sind alle darüber einig, daß die auf diesen Konferenzen gefaßten Beschlüsse einen großen Fortschritt in der internationalen Telegraphie bezeichnet haben. Dieses glückliche Ergebnis läßt uns hoffen, daß die gegenwärtige Konferenz gleichfalls auf ihrem Sondergebiet wesentlich dazu beitragen wird, die Beziehungen zwischen den Nationen zu erweitern und zu vermehren, zum größeren Nutzen der Menschheit.

Mit besonderem Vergnügen sind wir der Einladung gefolgt, uns in London zu versammeln, in der größten Metropole der Welt und dem lebhaftesten Mittelpunkte des Handels und der Schiffahrt. Wo könnten wir denn für unsere Arbeiten ein fruchtbareres und geeigneteres Feld finden als hier in Großbritannien, wo man gleich von Anfang an die große Bedeutung der Radiotelegraphie mit bemerkenswertem Scharfblick erkannt und mit solchem Eifer und solchem Erfolge an ihrer praktischen Ausnutzung und ihrer wissenschaftlichen Erforschung gearbeitet hat?

Meine Herren, ich weiß den Gefühlen, von denen wir alle beseelt sind, keinen besseren Ausdruck zu verleihen, als daß ich den Herrn Postmaster-General bitte, dem erhabenen Herrscher des Britischen Reiches gegenüber der Dolmetsch unserer untertänigsten Huldigung zu sein."

Diese Worte werden mit lebhaftem Beifall aufgenommen.

Herr Perk, Direktor im Kolonialministerium der Niederlande, Delegierter von Niederländisch-Indien, ergreift das Wort zu folgenden Ausführungen:

„Herr Postmaster-General!

Meine Herren Delegierten!

Ich vernehme soeben, daß ich der Doyen der telegraphischen Konferenzen bin, da ich bereits als Delegierter an den telegraphischen Konferenzen zu Paris (1890), zu Budapest (1896), zu London (1903) und zu Lissabon (1908), sowie an der radiotelegraphischen Konferenz zu Berlin (1906) teilgenommen habe.

Gestatten Sie mir, in dieser Eigenschaft einige Worte zu sagen, zunächst, um mich vollkommen dem anzuschließen, was unser verehrter Kollege, Herr Koehler, soeben über den glücklichen Aufschwung der Radiotelegraphie und die Entwickelung unserer Union gesagt hat, dann, um der britischen Verwaltung für den liebenswürdigen Empfang zu

danken, die sie den Mitgliedern dieser internationalen Versammlung hat zuteil werden lassen.

Herr Postmaster-General!

Die freundlichen Gefühle, die Sie soeben ausgedrückt haben, verpflichten uns zu Dank, und ich bin sicher, daß die Mitglieder dieser radiotelegraphischen Konferenz mir als Doyen gestatten, Ihnen in ihrem Namen lebhaft zu danken und Sie zu bitten, diesen Dank Sr. Majestät dem König und der Regierung des Vereinigten Königreiches zur Kenntnis zu bringen.

Meine Herren Delegierten!

Wenn alle der telegraphischen Union angehörenden Staaten auf der radiotelegraphischen Konferenz zu London vertreten wären, so würde in diesem Augenblick unser Freund, der allbeliebte und verehrte Herr Mongenast, Generaldirektor der Finanzen des Großherzogtums Luxemburg, das Wort ergreifen, und zwar nicht nur als Doyen der Konferenzen, sondern auch als Altersdoyen. Infolge der Abwesenheit des Herrn Mongenast fällt die ziemlich wenig beneidenswerte Ehre, Doyen zu sein, keinem Vertreter eines europäischen Landes zu, sondern dem Vertreter zweier außereuropäischer Länder, der niederländischen Kolonien in Asien und in Amerika. Diese Kolonien, wie übrigens alle hier vertretenen Kolonien, haben in dieser hohen Versammlung noch keine Stimme, weil die Konferenz vor allen übrigen Arbeiten ihnen die erforderlichen Stimmen zuerteilen muß, damit sie an den Diskussionen und Abstimmungen teilnehmen können.

Meine Herren Delegierten aus den Kolonien!

Ich zweifle nicht, daß der ganz zufällige Umstand, daß der Doyen der Londoner Konferenz ein Kolonialdelegierter ist, für sie die Prophezeiung dafür ist, daß alle für Sie in Anspruch genommenen Stimmen Ihnen bereitwillig werden zugestanden werden.

Möge dieser Umstand für das vollkommene Gelingen der Arbeiten der Konferenz eine glückliche Vorbedeutung sein!"

(Anhaltender Beifall.)

Der Herr Minister ergreift das Wort:

„Meine Herren!

Mit dem größten Vergnügen werde ich Sr. Majestät die Huldigungen und Ergebenheitsbezeugungen übermitteln, die der Herr Delegierte Deutschlands in so liebenswürdigen Worten zum Ausdruck gebracht hat.

Ich bedauere, daß meine Pflichten als Minister und Parlamentsmitglied mir nicht gestatten, Ihren Sitzungen beizuwohnen. Indem ich mich zurückziehe, gestatte ich mir daher, Ihnen vorzuschlagen, den

Vorsitz dem ersten britischen Delegierten, früherem Generalsekretär unserer Post- und Telegraphenverwaltung, der vielen von Ihnen bereits wohl bekannt ist, zu übertragen; ich meine Sir Henry Babington Smith."

Dieser Vorschlag wird von der Versammlung mit einstimmigem Beifall angenommen.

Der Herr Minister verläßt, begleitet vom Beifall der Versammlung, den Beratungssaal. Sir Henry Babington Smith übernimmt den Vorsitz und hält folgende Ansprache:

„Meine Herren!

Indem ich die ehrenvolle und schwere Aufgabe übernehme, die Sie mir anvertraut haben, gestatte ich mir, die Nachsicht der Konferenz anzurufen und meine Herren Kollegen zu bitten, mir freundlichst ihre Unterstützung zu gewähren. Ich werde mein Bestes tun, um die Verhandlungen der Konferenz im Geiste strenger Unparteilichkeit zu leiten; aber nur mit der Hilfe und Unterstützung der Konferenz werden meine Bemühungen irgendwie Erfolg haben können.

Ich bin überzeugt, meine Herren, daß der Geist der Versöhnlichkeit und des gegenseitigen Vertrauens unsere Beratungen beleben wird, und ich wage, der Hoffnung Ausdruck zu geben, daß es uns gelingen wird, die Anwendung dieser wunderbaren Erfindungen, welche den Gegenstand unserer Beratungen bilden, zum Nutzen der Menschheit und zum größeren Wohle der Welt zu erleichtern und zu verbreiten.

Meine Herren!

Unter den ausgezeichneten Delegierten, die an den Arbeiten der radiotelegraphischen Konferenz zu Berlin teilgenommen haben, sind mehrere, deren Verlust wir zu beklagen haben. Es ist meine Pflicht, das Andenken dieser trefflichen Männer zu ehren.

Herr Pierre de Szalay, Staatssekretär, Generaldirektor der ungarischen Post- und Telegraphenverwaltung, Delegierter für Ungarn auf der Konferenz zu Berlin hinterläßt in uns eine lebendige Erinnerung an seine Energie und seine hohen Gaben, insbesondere an seinen hochherzigen und sympathischen Charakter, und mit tiefem Schmerz haben wir von seinem Hinscheiden vernommen.

Ich nenne weiter Herrn Kruijt, Generalinspektor des Telegraphenwesens und Delegierten der Niederlande auf der Berliner Konferenz. Wir erinnern uns, daß Herr Kruijt mit großer Auszeichnung die Pflichten eines Berichterstatters der Kommission auf der genannten Konferenz erfüllt hat. Durch seine hohen Eigenschaften hat er sich



die Achtung und Zuneigung aller zu gewinnen gewußt, die ihn gekannt haben.

Ferner nenne ich Herrn Paolo Benjamin Cabral, Generalinspektor des Telegraphenwesens von Portugal, portugiesischen Delegierten auf der Berliner Konferenz, einen Ingenieur von großem technischen Wissen, dessen persönliche Eigenschaften in unserem Gedächtnis haften.

Ich bitte Sie, Sich zum Andenken an diese Kollegen von Ihren Sitzen zu erheben."

(Alle Mitglieder der Versammlung erheben sich.)

„Des weiteren wohnen mehrere Mitglieder der Berliner Konferenz dieser Versammlung nicht bei. Ich möchte Ihnen vorschlagen, an Herrn Sydow, den Präsidenten der Berliner Konferenz (lebhafter Beifall) und an Herrn Delarge, den Doyen jener Konferenz (lebhafter Beifall) ein Telegramm, wenn möglich auf radiotelegraphischem Wege, zu richten, um ihnen unsere Grüße zu senden und ihnen unser Bedauern über ihre Abwesenheit auszudrücken."

Der Vorsitzende fordert Herrn Crescitz, stellvertretenden Direktor des internationalen Bureaus, auf, den Entwurf für die Geschäftsordnung der Konferenz zu verlesen. Die Verlesung erfolgt mit nachstehenden Worten.

Entwurf der Geschäftsordnung für die Londoner Konferenz.

Artikel 1.

Die Konferenz wird von den gemäß Artikel 12 der Konvention ernannten Delegierten gebildet.

Jedes Land kann durch einen oder mehrere Delegierte oder durch die Delegation eines anderen Landes vertreten werden.

Jedoch kann der Delegierte oder die Delegation eines Landes nur zwei Länder vertreten.

Artikel 2.

Der Vorsitz fällt der Regierung zu, welche die Versammlung einberuft.

Der Vorsitzende eröffnet und schließt die Sitzungen, leitet die Beratungen und verkündet das Ergebnis der Abstimmungen. Die Zusammensetzung des Vorstandes fällt ihm zu, und er bestimmt für die Abfassung der Protokolle die Schriftführer, die er für nötig erachtet.

Artikel 3.

Die Schriftführer haben weder beschließende noch beratende Stimme. Sie können nur auf ausdrückliche Aufforderung des Vor-



sitzenden das Wort ergreifen, um die Protokolle oder andere Schriftstücke zu verlesen.

Artikel 4.

Die den Delegierten beigeordneten Beamten und gegebenenfalls die Vertreter der radiotelegraphischen Gesellschaften oder der Sachverständigen können zu den Sitzungen zugelassen werden, nachdem sie hierzu für jeden einzelnen Fall vom Vorsitzenden ermächtigt worden sind. Sie haben jedoch nicht das Recht, an der Abstimmung teilzunehmen.

Artikel 5.

Die französische Sprache wird für die Diskussionen und für die Akten der Konferenz angenommen.

Artikel 6.

Die allgemeinen Sitzungen finden nach Einberufung seitens des Vorsitzenden an den Tagen und zu den Stunden statt, die durch das Einberufungsschreiben festgesetzt oder durch gemeinsamen Beschluß in der vorigen Sitzung bestimmt worden sind.

Artikel 7.

Die Korrekturbogen des Protokolls jeder Sitzung werden den Delegierten regelmäßig unmittelbar nach der Drucklegung zugestellt. Bemerkungen und Berichtigungsanträge, die dabei erforderlich werden können, werden seitens der Delegierten bei Eröffnung der auf die Verteilung folgenden Plenarsitzung vorgebracht. Falls keine Bemerkungen dazu gemacht werden, gilt die Korrektur als genehmigt.

In der letzten Sitzung erfolgt die Verlesung oder Verbesserung des Protokolles während der Sitzung, unmittelbar vor deren Schluß.

Artikel 8.

Die verschiedenen Delegierten nehmen um den Beratungstisch in alphabetischer Reihenfolge Platz, und zwar sitzen die Delegierten eines und desselben Landes, falls ihrer mehrere sind, nebeneinander.

Die Delegierten ergreifen das Wort nur, wenn es ihnen vom Vorsitzenden erteilt worden ist.

Artikel 9.

Jeder der Delegierten kann jeden Antrag verlesen, oder seine Verlesung verlangen, den er gestellt hat, und kann die Ermächtigung erhalten, die Gründe für diesen Antrag auseinanderzusetzen.

Jedoch wird kein Antrag zur Diskussion oder zur Abstimmung zugelassen, wenn er nicht mindestens von der Delegation eines anderen Landes unterzeichnet oder unterstützt ist.

Artikel 10.

Jeder Delegierte kann an der Diskussion der der Konferenz unterbreiteten Vorschläge teilnehmen. Sollte ein Delegierter einer Verwaltung etwa durch Krankheit verhindert sein, einer Sitzung beizuwohnen, so hat er die Berechtigung, seine Stimme der Delegation einer anderen Verwaltung zu übertragen.

Artikel 11.

Ein Antrag ist nur dann angenommen, wenn er die absolute Mehrheit der abgegebenen Stimmen auf sich vereinigt.

Bei Stimmengleichheit gilt der Antrag als abgelehnt.

Artikel 12.

In der Regel wird in den Protokollen nur die Meinung oder der Vorschlag jedes Delegierten mit den Hauptgründen wiedergegeben. Jeder Delegierte hat jedoch das Recht, die detaillierte oder ausführliche Aufnahme jeder von ihm abgegebenen Erklärung in das Protokoll zu verlangen; in diesem Falle ist er aber gehalten, den geschriebenen Text an dem der Sitzung folgenden Abend selbst zu liefern.

Artikel 13.

Über jeden zur Beratung gestellten Vorschlag wird abgestimmt, wenn die Abstimmung förmlich verlangt wird.

Die Abstimmung erfolgt durch Namensaufruf und in alphabetischer Reihenfolge der vertretenen Länder.

Artikel 14.

Die Konferenz kann die ihr zur Beratung unterbreiteten Fragen zur Vorberatung an Kommissionen überweisen. In den Kommissionen erfolgt die Stimmabgabe nach Delegationen; dabei hat jede vertretene Delegation Recht auf eine Stimme.

Jedes Mitglied der Konferenz kann persönlich oder durch Vertretung an den Kommissionssitzungen teilnehmen und in deren Diskussion eingreifen, ohne jedoch zur Abstimmung berechtigt zu sein.

Artikel 15.

Das Ergebnis der Arbeiten der verschiedenen Kommission wird in allgemeiner Sitzung der Konferenz zur Genehmigung vorgelegt, und die Konferenz trifft darüber die Entscheidung.

Diese Entscheidungen werden einer Redaktionskommission überwiesen, deren Tätigkeit gleichfalls durch die im Artikel 14 getroffenen Bestimmungen geregelt wird, und deren Aufgabe es ist, gemäß diesen Entscheidungen den neuen Text der abgeänderten Artikel festzustellen und die übrigen Bestimmungen damit in Einklang zu bringen, und zwar rein in formaler Hinsicht.

Artikel 16.

Der aus den Arbeiten der Redaktionskommission hervorgehende Text wird der Konferenz zur endgültigen Genehmigung vorgelegt.

Die Entscheidungen der Konferenz gelten erst nach einer zweiten Lesung als endgültig getroffen.

Artikel 17.

Die aus den Beratungen der Konferenz hervorgehenden Akten werden den seitens ihrer Regierung bevollmächtigten Delegierten zur Zeichnung vorgelegt.

Der Herr Delegierte Deutschlands schlägt eine Abänderung in der Fassung des Artikels 10 vor. Diese Abänderung wird angenommen, und der Text des in Rede stehenden Artikels wird nunmehr folgender:

Artikel 10.

Jeder Delegierte kann an der Diskussion der der Konferenz unterbreiteten Vorschläge teilnehmen. Sollte ein Delegierter etwa durch Krankheit verhindert sein, einer Sitzung beizuwohnen, so hat er die Berechtigung, seine Stimme einer anderen Delegation zu übertragen.

Die Geschäftsordnung wird mit dieser Abänderung angenommen.

Der Herr Präsident schlägt vor, nunmehr zur Bildung des Vorstandes der Konferenz zu schreiten. Zuvor jedoch teilt er mit, daß der Direktor des internationalen Bureaus der telegraphischen Union zu Bern, Herr Oberst B. Frey, ein Schreiben an ihn gerichtet hat. Dieses Schreiben wird durch den Generalsekretär verlesen:

„Bern, den 30. Mai 1912.

An den Herrn Vorsitzenden der radiotelegraphischen Konferenz, London.

Herr Vorsitzender!

Ich habe die Ehre, Ihnen mitzuteilen, daß ich zu meinem größten Bedauern aus Gesundheitsrücksichten verhindert bin, an der Londoner Konferenz teilzunehmen. Unter diesen Umständen kann ich nur die wärmsten Wünsche für das Gelingen der Konferenz sowie für die Entwickelung der Radiotelegraphie, die sich daraus ergeben wird, zum Ausdruck bringen.

Das Bureau, das zu leiten ich die Ehre habe, wird stets, in der Zukunft wie in der Vergangenheit, stolz sein, den Interessen der Verwaltungen und der großen und edlen Sache, die sie vereinigt, zu dienen.

Genehmigen Sie, Herr Vorsitzender, die Versicherung meiner größten Hochschätzung.

E. Frey,
Direktor des internationalen Bureaus der Telegraphenunion."

Der Herr Vorsitzende drückt sein Bedauern darüber aus, daß der Gesundheitszustand des Herrn Oberst Frey ihm nicht gestattet, an den Arbeiten der Konferenz teilzunehmen, und übernimmt es, ihm zu antworten und zu danken.

Der Herr Vorsitzende schlägt sodann vor, zum Generalsekretär der Konferenz Herrn A. Crescitz, stellvertretenden Direktor des internationalen Bureaus, zu ernennen, und ihm die Herren Homberger und Schwill vom internationalen Bureau sowie die Herren Harris, Gordon und Addey vom Generalpostamt beizuordnen.

Die Versammlung stimmt diesen Vorschlägen zu.

Der Herr Vorsitzende schlägt weiter als stellvertretende Vorsitzende vor die Herren Admiral John R. Edwards, Delegierten der Vereinigten Staaten von Amerika; Dr. Ritter Wagner von Jauregg, Generaldirektor der Post und Telegraphie in Österreich; Onorevole A. Battelli, Senator von Italien; Botschaftsrat de Etter, Delegierten für Rußland.

Die Versammlung erklärt sich mit diesen Vorschlägen einverstanden.

Der Herr Präsident schlägt für die Arbeiten der Konferenz nachstehende Reihenfolge vor.

Der Text der Konvention soll in Plenarsitzungen geprüft, jener der Dienstordnung zunächst zwei Kommissionen zur Prüfung vorgelegt werden. Die erste Kommission unter dem Vorsitze des Herrn Frouin, des ersten Delegierten für Frankreich, soll die technischen Fragen, sowie alles, was die Praxis angeht, prüfen, die zweite Kommission unter dem Vorsitze des Herrn Koehler, des ersten Delegierten Deutschlands, soll die Fragen prüfen, die sich auf die Tarife und das Rechnungswesen beziehen. Hinsichtlich der Zusammensetzung dieser Kommission teilt der Herr Vorsitzende mit, daß man zu ihr schreiten werde, nachdem die Frage der Zuteilung von Stimmen an die Kolonien, Besitzungen und Schutzgebiete gelöst sein wird.

Der Herr Präsident fügt hinzu, daß es dann zweckmäßig sein wird, auch eine Redaktionskommission zu bilden.

Der Herr Präsident meint, daß die Konferenz damit einverstanden sein wird, hinsichtlich der Öffentlichkeit für die Beratungen der Konferenz die Regel anzunehmen, die sowohl seitens der Telegraphenkonferenzen als auch seitens der radiotelegraphischen Konferenzen befolgt worden ist, nämlich der Presse die Entscheidungen erst dann mitzuteilen, wenn sie endgültig sind. Es könnte nämlich zu Unzuträglichkeiten führen, wenn der Presse Resolutionen mitgeteilt würden, auf welche die Konferenz zurückkommen müßte. Da es aber anderer-

seits für die Öffentlichkeit von Interesse ist, die Lösungen gewisser Fragen zu erfahren, so könnte der Vorstand ermächtigt werden, die Presse von Zeit zu Zeit über den Gang der Verhandlungen zu unterrichten.

Die Versammlung beschließt, dieses Verfahren anzunehmen.

Der Herr Delegierte für Deutschland erhält das Wort zur Berichterstattung über die Geschäfte der Union seit der Berliner Konferenz.

Herr Koehler verliest nachstehenden Bericht.

Bericht der Deutschen Regierung als geschäftsführender Verwaltung an die radiotelegraphische Konferenz zu London.

Meine Herren!

Als Vertreter des Landes, in dem die internationale radiotelegraphische Konferenz des Jahres 1906 stattgefunden hat, habe ich die Ehre, Ihnen den Bericht über die Ereignisse vorzulegen, die in der Zwischenzeit eingetreten sind.

Die Berliner radiotelegraphische Konvention, die Betriebsordnung und das Schlußprotokoll waren von 27 Staaten unterzeichnet worden, der Zusatzvertrag von 21 Staaten. Die Konvention, die Betriebsordnung und das Schlußprotokoll sind inzwischen von allen Signatarstaaten, mit Ausnahme von Chile, ratifiziert worden. Uruguay und Griechenland haben zwar die Konvention usw., sowie auch den Zusatzvertrag ratifiziert; die Ratifizierung dieser beiden Staaten ist jedoch bisher in Berlin noch nicht niedergelegt worden. Der Zusatzvertrag ist von allen Staaten ratifiziert worden, von denen er unterzeichnet worden ist, mit Ausnahme von Chile. Außerdem sind Mexiko und Persien durch Ratifizierung des von ihnen nicht unterzeichneten Zusatzvertrages diesem letzteren beigetreten.

Der Konvention usw., sowie dem Zusatzvertrage sind nachträglich beigetreten: Deutschland für alle seine Kolonien und Besitzungen, Belgien für den Belgischen Kongo, Frankreich für alle seine Kolonien, die Niederlande für Niederländisch-Indien und für die Kolonie Curaçao, Spanien für seine Gebiete am Golf von Guinea.

Nur der Konvention, sowie der Betriebsordnung und dem Schlußprotokoll sind nachträglich beigetreten: Großbritannien für Kanada, Australien, Neuseeland, die südafrikanische Union, Britisch-Indien und seine übrigen Kolonien und Protektorate, mit Ausnahme von Neufundland, ferner Japan für ganz Chosen, Formosa, Japanisch-Sachalin und das Pachtgebiet Kwantung, sowie Portugal für seine Kolonien und

Besitzungen Angola, Mozambique, Cap Verde-Inseln, Portugiesisch-Guinea, San Thomas- und Prinz-Inseln, Goa, Damao, Diu, Macas und Timor.

Weiter sind nachträglich beigetreten: Siam, Marokko, Bosnien und die Herzegowina, Ägypten und das Protektorat Tunis der Konvention, der Betriebsordnung, dem Schlußprotokoll und dem Zusatzvertrage; das Sultanat Zansibar (Protektorat) und die Republik San Marino der Konvention, der Geschäftsordnung und dem Schlußprotokoll.

Von der im Artikel 2 des Schlußprotokolls vorgesehenen Möglichkeit, gewisse Stationen von der durch den Artikel 3 der Konvention, auferlegten Verpflichtung auszunehmen, haben Gebrauch gemacht: Frankreich für seine Kolonien, Großbritannien für sich und seine Kolonien, Japan, Portugal für seine Kolonien.

Für die Mehrzahl der Staaten war der Tag für die Einführung der Konvention der 1. Juli 1908. Da die auf der Telegraphenkonferenz zu Lissabon im Jahre 1908 revidierte Telegraphenordnung, die zum ersten Male Anordnungen über die Radiotelegraphie enthält, erst am 1. Juli 1909 in Kraft trat, so hat man sich in Lissabon dahin geeinigt, vom 1. Juli 1908 ab die Anordnungen der Telegraphenordnung anzuwenden, soweit sie die Radiotelegraphie betreffen.

Andererseits ist in die Telegraphenordnung von Lissabon eine Vorschrift aufgenommen worden, nach welcher die Abänderungen der Anordnungen der Telegraphenordnung, welche die Radiotelegramme betreffen, sofern solche infolge der Entscheidungen späterer radiotelegraphischer Konferenzen erforderlich werden sollten, an dem Tage in Kraft treten sollen, der von jeder der letztgenannten Konferenzen für die Anwendung der von ihr beschlossenen Anordnungen festgesetzt werden wird.

Im Artikel 13 der radiotelegraphischen Konvention ist vorgesehen worden, daß ein internationales Bureau damit beauftragt werden sollte, die Auskünfte jeder Art über die Radiotelegraphie zu vereinigen, zusammenzustellen und zu veröffentlichen; die Abänderungsanträge für die Konvention und die Betriebsordnung einzuleiten; die angenommenen Änderungen bekannt zu machen; kurzum alle Verwaltungsarbeiten zu besorgen, die ihm im Interesse der internationalen Radiotelegraphie zufallen würden. In der achten Sitzung der Betriebsordnungskommission der radiotelegraphischen Konferenz zu Berlin war beschlossen worden, daß die deutsche Verwaltung der Dolmetsch der Konferenz gegenüber der Schweizer Bundesregierung werden solle, um von dieser zu erreichen, daß sie das internationale Bureau der Telegraphenver-

waltungen zu Bern ersuchen möchte, sich bereit zu erklären, sogleich die Befugnisse auf sich zu nehmen, welche die radiotelegraphische Konvention ihm zu übertragen geneigt war. Die deutsche Verwaltung hat diesem Ansuchen Folge gegeben und schätzt sich glücklich, feststellen zu können, daß der Schweizer Bundesrat seinerseits den Vorschlag gut aufgenommen und bereitwillig seine Genehmigung erteilt hat. Ebenso hat sich die Verwaltung der internationalen Telegraphenunion einverstanden erklärt, und sonach hat denn das internationale Bureau der Telegraphenunion die neue Aufgabe auf sich genommen und hat sie, wie ich mit lebhafter Genugtuung sagen kann, ausgezeichnet gelöst. Ich glaube, es dürfte angebracht sein, aus diesem Anlaß dem internationalen Bureau den aufrichtigsten Dank auszudrücken.

Meine Herren!

Ehe ich schließe, möchte ich noch einige statistische Angaben hinzufügen.

Die erste Statistik des internationalen Bureaus, welche die Radiotelegraphie betrifft, datiert vom 30. Juni 1908. An jenem Datum betrug die Zahl der Küstenstationen 76; davon waren 14 für den allgemeinen öffentlichen Verkehr geöffnet. Nach dem heutigen Stande beträgt die Zahl der Küstenstationen 286, von denen 155 für den allgemeinen öffentlichen Verkehr geöffnet sind. Am 30. Juni 1908 betrug die Anzahl der Bordstationen 246, und davon waren 52 für den allgemeinen öffentlichen Verkehr offen. Nach dem heutigen Stande beträgt die Anzahl der Bordstationen 1577, von denen 926 für den allgemeinen öffentlichen Verkehr offen sind.

Meine Herren!

Indem die deutsche Regierung gemäß dem Artikel 16 der radiotelegraphischen Konvention die Führung der Geschäfte, die ihr bisher anvertraut gewesen ist, in die Hände der britischen Regierung legt, spricht sie den Wunsch aus, daß die radiotelegraphische Union sich auf der im Jahre 1903 und im Jahre 1906 zu Berlin geschaffenen Grundlage von Tag zu Tag weiter ausbreiten möge, zum Wohle und zum Gedeihen der ganzen Welt." (Anhaltender Beifall.)

Der Herr Vorsitzende drückt der deutschen Verwaltung den lebhaften Dank der Versammlung für die Art und Weise aus, in der sie ihre Aufgabe, die Leitung und Verwaltung zwischen den beiden Konferenzen, erfüllt hat. (Beifall.)

Der Herr Vorsitzende verliest ein Telegramm der Compagnie Générale Radiotélégraphique mit der Nachricht, daß die Herren Bordelongue und Sins der Eröffnungssitzung nicht beiwohnen können. Der



Herr Vorsitzende wird an die Herren Bordelongue und Sins ein Telegramm richten und sie des herzlichen Gedenkens der Mitglieder der Konferenz versichern.

Herr Pop, Generaldirektor des Post- und Telegraphenwesens der Niederlande, ergreift das Wort zu folgenden Ausführungen:

„Meine Herren!

Gestatten Sie mir, noch für einige Augenblicke Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen, damit ich eine Dankespflicht gegen den Herrn Vorsitzenden und die hier anwesenden Herren Delegierten erfüllen kann.

Die niederländische Delegation ist von tiefer Bewegung ergriffen worden, als der Name des verstorbenen Oberinspektors der Telegraphie unseres Vaterlandes, des Herrn A. Kruijt, genannt wurde, dessen schmerzlicher Verlust sich für mich noch täglich fühlbar macht, sowohl, weil ich sein Talent für die Erfüllung der mir übertragenen Aufgaben entbehre, als auch, weil ich seine Freundschaft, ich möchte fast sagen, seine väterliche Liebe, für mich verloren habe.

Die niederländische Delegation, und besonders der Leiter der batavischen Verwaltung, dankt dem Herrn Vorsitzenden für die Gefühle der Hochschätzung, die er im Hinblick auf unseren tief betrauerten Landsmann zum Ausdruck gebracht hat. Ebenso dankt sie den Herren Delegierten zu dieser Konferenz für den Anteil, den sie freundlicherweise an unserem Verluste und an unserer Trauer genommen haben."

Der Herr Vorsitzende schlägt der Versammlung vor, am folgenden Tage um 11 Uhr zu einer Plenarsitzung zusammenzutreten und ferner festzusetzen, daß sie für diese Sitzung folgende Tagesordnung annimmt: Prüfung der im Artikel 1 des Schlußprotokolles vorgesehenen Frage, d. h. der Zuteilung der verlangten Stimmen an die Kolonialverwaltungen; Ernennung der Kommissionen; endlich Prüfung der Konvention.

Der Herr Vorsitzende fordert die Herren Delegierten auf, ihre Vollmachten im Bureau niederzulegen.

Die Sitzung wird um 12 Uhr geschlossen.

Der Generalsekretär: A. Crescitz.

Der Vorsitzende: H. Babington Smith.

Die Schriftführer:

J. Homberger; Fr. Schwill; W. B. Harris; A. Gordon; F. Addey.



Internationale radiotelegraphische Konvention
zwischen

Deutschland und den Deutschen Schutzgebieten, den Vereinigten Staaten von Amerika und den Besitzungen der Vereinigten Staaten von Amerika, der Argentinischen Republik, Österreich, Ungarn, Bosnien und der Herzegowina, Belgien, dem Belgischen Kongo, Brasilien, Bulgarien, Chile, Dänemark, Ägypten, Spanien und den Spanischen Kolonien, Frankreich und Algerien, Französisch-Westafrika. Französisch-Äquatorialafrika, Indochina, Madagaskar, Tunesien, Großbritannien und verschiedenen Britischen Kolonien und Schutzgebieten, der Südafrikanischen Union, dem Australischen Staatenbunde, Kanada, Britisch-Indien, Neuseeland, Griechenland, Italien und den Italienischen Kolonien, Japan und Chosen, Formosa, Japanisch-Sachalin und dem Pachtgebiet Kwantung, Marokko, Monaco, Norwegen, den Niederlanden, Niederländisch-Indien und der Kolonie Curaçao, Persien, Portugal und den portugiesischen Kolonien, Rumänien, Rußland und den Russischen Besitzungen und Schutzgebieten, der Republik San Marino, Siam, Schweden, der Türkei und Uruguay.

Die unterzeichneten Bevollmächtigten der vorstehend aufgeführten Länder, die in London zu einer Konferenz vereint sind, haben nach gemeinsamem Übereinkommen und unter Vorbehalt der Ratifizierung folgende Konvention beschlossen:

Artikel 1.

Die hohen vertragschließenden Parteien verpflichten sich, die Bestimmungen der vorliegenden Konventionen in sämtlichen radiotelegraphischen Stationen (Küsten- und Bordstationen) anzuwenden, die von den vertragschließenden Parteien eingerichtet und betrieben werden und für den Dienst des öffentlichen Verkehrs zwischen dem Festlande und den Schiffen auf See geöffnet sind.

Sie verpflichten sich außerdem, die Beobachtung dieser Bestimmungen jenen Privatunternehmungen zur Pflicht zu machen, welche die Konzession zur Einrichtung oder zum Betriebe radiotelegraphischer Küstenstationen besitzen, die für den Dienst des öffentlichen Verkehrs zwischen dem Festlande und den Schiffen auf See geöffnet sind, sowie zur Einrichtung und zum Betriebe radiotelegraphischer Stationen —

mögen sie für den Dienst des öffentlichen Verkehrs geöffnet sein, oder nicht — an Bord der Schiffe, welche ihre Flagge führen.

Artikel 2.

Als Küstenstation wird jede radiotelegraphische Station bezeichnet, die auf dem Festlande oder an Bord eines dauernd verankerten Schiffes eingerichtet ist und zum Nachrichtenaustausch mit den Schiffen auf See benutzt wird.

Jede radiotelegraphische Station, die auf einem anderen als einem festliegenden Boote eingerichtet ist, wird als Bordstation bezeichnet.

Artikel 3.

Die Küstenstationen und die Bordstationen sind gehalten, untereinander die Radiotelegramme ohne Unterschied des von diesen Stationen angewandten radiotelegraphischen Systems auszutauschen.

Jede Bordstation ist gehalten, mit jeder anderen Bordstation ohne Unterschied des von diesen Stationen angewandten radiotelegraphischen Systems die Radiotelegramme auszutauschen.

Indessen verhindern die Anordnungen des vorliegenden Artikels, um den Fortschritt der Wissenschaft nicht zu hemmen, nicht die gelegentliche Verwendung eines radiotelegraphischen Systems, das nicht imstande ist, mit anderen Systemen zu verkehren, vorausgesetzt, daß diese Unmöglichkeit von der besonderen Natur dieses Systems herrührt und nicht die Folge von Anordnungen ist, die einzig und allein zu dem Zwecke getroffen worden sind, den Nachrichtenaustausch zu verhindern.

Artikel 4.

Unbeschadet der Bestimmungen des Artikels 3 kann eine Station für einen beschränkten öffentlichen Nachrichtendienst bestimmt werden, der durch den Zweck der Nachricht oder durch andere von dem angewandten System unabhängige Umstände bedingt wird.

Artikel 5.

Jede der hohen vertragschließenden Parteien verpflichtet sich, die Küstenstationen durch besondere Leitungen an das Telegraphennetz anschließen zu lassen, oder wenigstens andere Maßregeln zu treffen, durch die ein schneller Verkehr zwischen den Küstenstationen und dem Telegraphennetz gewährleistet wird.

Artikel 6.

Die hohen vertragschließenden Parteien teilen einander gegenseitig die Namen der im Artikel 1 erwähnten Küsten- und Bordstationen mit, sowie alle übrigen Angaben, welche geeignet sind, den Austausch

von Radiotelegrammen, wie er in der Betriebsordnung im einzelnen vorgesehen werden wird, zu erleichtern und zu beschleunigen.

Artikel 7.

Jede der vertragschließenden Parteien behält sich das Recht vor, vorzuschreiben, daß in den im Artikel 1 genannten Stationen, unabhängig von der Einrichtung, über die gemäß dem Artikel 6 die Angaben veröffentlicht worden sind, zum Zwecke einer besonderen radiotelegraphischen Nachrichtenübermittelung noch andere Anordnungen eingerichtet und betrieben werden, ohne daß die Einzelheiten über diese Anordnungen veröffentlicht werden.

Artikel 8.

Der Betrieb der radiotelegraphischen Stationen wird nach Möglichkeit so organisiert, daß dadurch der Betrieb anderer Stationen dieser Art nicht gestört wird.

Artikel 9.

Die radiotelegraphischen Stationen sind verpflichtet, die Notrufe jeglicher Herkunft mit unbedingtem Vorrange aufzunehmen, ebenso diese Anrufe zu beantworten und ihnen so viel wie möglich Folge zu geben.

Artikel 10.

Die Taxe für ein Radiotelegramm umfaßt, je nach Lage des Falles,

1. a) die „Küstentaxe", die der Küstenstation zukommt,
   b) die „Bordtaxe", die der Bordstation zukommt;
2. die Taxe für den Übergang auf die Telegraphenlinien, die nach den gewöhnlichen Regeln berechnet wird;
3. die Durchgangstaxen für die zwischenliegenden Küsten- oder Bordstationen und die Taxen für die vom Aufgeber verlangten besonderen Dienste.

Die Höhe der Küstentaxe unterliegt der Genehmigung seitens der Regierung, welcher die Küstenstation untersteht; die Höhe der Bordtaxe der Genehmigung seitens der Regierung, welcher das Schiff untersteht.

Artikel 11.

Die Bestimmungen der vorliegenden Konvention werden durch eine Betriebsordnung vervollständigt, welche dieselbe Gültigkeit hat und zu derselben Zeit in Kraft tritt wie die Konvention.

Die Vorschriften der vorliegenden Konvention und der zugehörigen Betriebsordnung können jederzeit durch gemeinsamen Beschluß der hohen vertragschließenden Parteien abgeändert werden. Es sollen periodisch Konferenzen von Bevollmächtigten stattfinden mit der Berechtigung, die Konvention und die Betriebsordnung abzuändern; jede



Konferenz soll ihrerseits den Ort und den Zeitpunkt der nächstfolgenden Zusammenkunft festsetzen.

Artikel 12.

Diese Konferenzen setzen sich aus Delegierten der Regierungen der vertragschließenden Länder zusammen.

Bei den Beratungen verfügt jedes Land nur über eine Stimme.

Wenn eine Regierung der Konvention für seine Kolonien, Besitzungen und Schutzgebiete beitritt, so können die späteren Konferenzen beschließen, daß die Gesamtheit eines Teiles dieser Kolonien, Besitzungen und Schutzgebiete als ein Land im Sinne des vorigen Absatzes angesehen werden. Jedoch darf die Anzahl der Stimmen, über die eine Regierung mit Einschluß der Kolonien, Besitzungen und Schutzgebiete verfügt, sechs nicht überschreiten.

Als je ein einziges Land im Sinne dieses Artikels bildend werden betrachtet:

Deutsch-Ostafrika;
Deutsch-Südwestafrika;
Kamerun;
Togo;
die Deutschen Schutzgebiete im Stillen Ozean;
Alaska;
Hawaï und die übrigen Amerikanischen Besitzungen in Polynesien;
die Philippinen;
Portorico und die Amerikanischen Besitzungen in den Antillen;
die Panamakanalzone;
Belgisch-Kongo;
die Spanische Kolonie am Busen von Guinea;
Französisch-Westafrika;
Französisch-Äquatorialafrika;
Indochina;
Madagaskar;
Tunesien;
die Südafrikanische Union;
der Australische Staatenbund;
Kanada;
Britisch-Indien;
Neuseeland;
Erythräa;
Italienisch-Somaliland;
Chosen, Formosa, Japanisch-Sachalin und das Pachtgebiet Kwantung;
Niederländisch-Indien;
die Kolonie Curaçao;
Portugiesisch-Westafrika;
Portugiesisch-Ostafrika und die Portugiesischen Besitzungen in Asien;
Russisch-Zentralasien (Küstengebiet des Kaspischen Meeres);
Buchara;
Khiwa;
Westsibirien (Küstengebiet des nördlichen Eismeeres);
Ostsibirien (Küstengebiet des Stillen Ozeans).

Artikel 13.

Das internationale Bureau der Telegraphenunion wird beauftragt, alle Angaben irgendwelcher Art über Radiotelegraphie zu sammeln, zusammenzustellen und zu veröffentlichen, Anträge auf Abänderungen der Konvention und der Betriebsordnung vorzubereiten, die angenommenen Änderungen zu verbreiten, und überhaupt alle Verwaltungsarbeiten auszuführen, die ihm im Interesse der internationalen Radiotelegraphie etwa zufallen.

Die Kosten dieser Einrichtung werden von sämtlichen vertragschließenden Mächten getragen.

Artikel 14.

Jede der hohen vertragschließenden Parteien behält sich das Recht vor, die Bedingungen festzustellen, unter denen sie die Radiotelegramme zuläßt, die von einer den Bestimmungen der vorliegenden Konvention nicht unterstehenden Bord- oder Küstenstation herkommen oder für sie bestimmt sind.

Wenn ein Radiotelegramm zugelassen wird, so müssen darauf die gewöhnlichen Gebührensätze Anwendung finden.

Jedes Radiotelegramm, das von einer Bordstation kommt und von einer Küstenstation eines vertragschließenden Landes aufgenommen, oder von der Verwaltung eines vertragschließenden Landes im Durchgangsverkehr angenommen worden ist, wird befördert.

Ebenso wird jedes für ein Schiff bestimmte Radiotelegramm befördert, wenn die Verwaltung eines vertragschließenden Landes es zur Hinterlegung angenommen hat, oder wenn die Verwaltung eines vertragschließenden Landes es im Durchgangsverkehr von einem nicht vertragschließenden Lande angenommen hat, vorbehaltlich des Rechtes der Küstenstation, die Übermittelung an eine einem nicht vertragschließenden Lande unterstehende Bordstation zu verweigern.

Artikel 15.

Die Bestimmungen der Artikel 8 und 9 finden auf andere als die im Artikel 1 vorgesehenen radiotelegraphischen Einrichtungen ebenfalls Anwendung.

Artikel 16.

Die Regierungen, welche an der vorliegenden Konvention nicht teilgenommen haben, werden auf ihren Wunsch zum Beitritt zugelassen.

Dieser Beitritt wird auf diplomatischem Wege jener vertragschließenden Regierung, in deren Gebiet die letzte Konferenz stattgefunden hat, und von dieser allen übrigen Regierungen kundgegeben.

Sie bedingt mit allen Rechten die Teilnahme an allen Verein-

barungen der vorliegenden Konvention und die Zulassung zu allen darin vorgesehenen Vergünstigungen.

Der Beitritt der Regierung eines Landes, das Kolonien, Besitzungen und Schutzgebiete besitzt, zur Konvention schließt ohne eine dahingehende Erklärung dieser Regierung den Beitritt dieser Kolonien, Besitzungen und Schutzgebiete nicht ein. Die Gesamtheit dieser Kolonien, Besitzungen und Schutzgebiete, oder jede von ihnen für sich kann unter den in diesem Artikel und im Artikel 22 vorgesehenen Bedingungen Gegenstand einer besonderen Beitrittserklärung bilden.

Artikel 17.

Die Bestimmungen der Artikel 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 17 der internationalen Telegraphenkonvention von St. Petersburg vom 10/22. Juli 1875 sind auf die internationale Radiotelegraphie anzuwenden.

Artikel 18.

Im Falle einer Unstimmigkeit zweier oder mehrerer vertragschließenden Mächte über die Auslegung oder die Ausführung der vorliegenden Konvention oder der im Artikel 11 vorgesehenen Betriebsordnung kann die Streitfrage nach Übereinkunft einem Schiedsgericht unterbreitet werden. In diesem Falle wählt jede beteiligte Regierung eine andere, an der Frage nicht interessierte.

Die Entscheidung des Schiedsgerichtes erfolgt durch absolute Stimmenmehrheit.

Im Falle der Stimmengleichheit wählen die Schiedsrichter, um den Streit zu schlichten, eine andere, ebenfalls an der Streitfrage nicht interessierte Regierung. Falls über diese Wahl eine Einigung nicht zustande kommt, schlägt jeder Schiedsrichter eine nicht interessierte vertragschließende Regierung vor; zwischen den vorgeschlagenen Regierungen wird das Los gezogen. Diese Ziehung steht der Regierung zu, auf deren Gebiet das im Artikel 13 vorgesehene internationale Bureau seine Arbeiten verrichtet.

Artikel 19.

Die hohen vertragschließenden Parteien verpflichten sich, die zur Gewährleistung der Ausführung der vorliegenden Konvention erforderlichen Maßregeln zu ergreifen oder ihren gesetzgebenden Körperschaften vorzulegen.

Artikel 20.

Die hohen vertragschließenden Parteien werden einander die Gesetze mitteilen, die hinsichtlich des Gegenstandes der vorliegenden

Konvention in ihren Ländern etwa bereits erlassen sind oder demnächst erlassen werden.

Artikel 21.

Die hohen vertragschließenden Parteien behalten volle Freiheit in bezug auf die im Artikel 1 nicht vorgesehenen radiotelegraphischen Einrichtungen, insbesondere für die Einrichtungen der Marine und des Heeres, sowie für die Stationen, welche die Verbindungen zwischen festen Punkten gewährleisten. Alle diese Einrichtungen und Stationen unterliegen einzig und allein den in den Artikeln 8 und 9 der vorliegenden Konvention vorgesehenen Verpflichtungen.

Wenn jedoch diese Einrichtungen und Stationen einen öffentlichen Nachrichtenverkehr zur See betreiben, so passen sie sich, was die Ausführung dieses Dienstes anlangt, den Vorschriften der Betriebsordnung über die Art und Weise der Übermittelung und das Rechnungswesen an.

Wenn andererseits Küstenstationen zugleich mit dem öffentlichen Verkehr mit den Schiffen auf See Verbindungen zwischen festen Punkten gewährleisten, so sind sie hinsichtlich der Ausführung dieses letzteren Dienstes den Bestimmungen der Konvention nicht unterworfen, vorbehaltlich der Beobachtung der Artikel 7 und 8 dieser Konvention.

Indessen dürfen die festen Stationen, welche zwischen Festland und Festland den Verkehr vermitteln, den Austausch von Radiotelegrammen mit einer anderen festen Station nicht wegen des von dieser Station benutzten Systems verweigern. Jedoch bleibt das Recht jedes Landes unversehrt, soweit die Organisation des Verkehrsdienstes zwischen festen Punkten und die Bestimmung über den Verkehr in Frage kommen, der von den hierfür bestimmten Stationen zu bewerkstelligen ist.

Artikel 22.

Die vorliegende Konvention soll mit dem 1. Juli 1913 zur Einführung gelangen und auf unbestimmte Zeit bis nach Verlauf eines Jahres, vom Tage ihrer Kündigung an gerechnet, in Kraft bleiben.

Die Kündigung ist nur für die Regierung wirksam, in deren Namen sie erfolgt ist. Für die übrigen vertragschließenden Parteien bleibt die Konvention in Kraft.

Artikel 23.

Die vorliegende Konvention soll ratifiziert werden, und die Ratifizierungsakte sollen mit möglichster Beschleunigung in London niedergelegt werden.

Falls eine oder mehrere der hohen vertragschließenden Parteien die Konvention nicht ratifizieren sollten, so soll diese trotzdem für die übrigen Parteien, die sie ratifiziert haben, gültig sein.

Zur Beglaubigung dessen haben die in Frage kommenden Bevollmächtigten die Konvention in einem Exemplar unterzeichnet, das in den Archiven der Britischen Regierung niedergelegt werden wird, und von dem jeder Partei eine Abschrift zugestellt werden soll.

Vollzogen zu London, am 5. Juli 1912.

Für Deutschland und die Deutschen Schutzgebiete: B. Koehler; O. Wachenfeld; Dr. Karl Strecker; Schrader; Goetsch; Dr. Emil Krauss; Fielitz.

Für die Vereinigten Staaten von Amerika und die Besitzungen der Vereinigten Staaten von Amerika: John R. Edwards; Jno. Q. Walton; Willis L. Moore; Louis W. Austin; George Owen Squier; Edgar Russel; C. Mc. K. Saltzman; David Wooster Todd; John Hays Hammond, jr.; Webster; W. D. Terrell; John I. Waterbury.

Für die Argentinische Republik: Vicente J. Dominguez.

Für Österreich: Dr. Fritz Ritter Wagner von Jauregg; Dr. Rudolf Ritter Speil von Ostheim.

Für Ungarn: Charles Follért; Dr. de Hennyey.

Für Bosnien und die Herzegowina: H. Goiginger, G. M.; Adolf Daninger; A. Cicoli; Romeo Vio.

Für Belgien: J. Banneux; Deldime.

Für den Belgischen Kongo: Robert B. Goldschmidt.

Für Brasilien: Dr. Francisco Bhering.

Für Bulgarien: Iv. Stoyanovitch.

Für Chile: C. E. Rickard.

Für Dänemark: N. Meyer; J. A. Vöhtz; R. N. A. Faber; T. F. Krarup.

Für Ägypten: J. S. Liddell.

Für Spanien und die Spanischen Kolonien: Jacobo Garcia Roure; Juan de Carranza y Garrido; Jacinto Labrador; Antonio Nieto; Tomás Fernandez Quintana; Jaime Janer Robinson.

Für Frankreich und Algerien: A. Frouin.

Für Französisch-Westafrika: A. Duchêne.

Für Französisch-Äquatorialafrika: A. Duchêne.

Für Indochina: A. Duchêne.

Für Madagaskar: A. Duchêne.

Für Tunesien: Et. de Felcourt.

Für Großbritannien und verschiedene Britische Kolonien und Schutzgebiete: H. Babington Smith; E. W. Farnall; E. Charlton; G. M. W. Macdonogh.

Für die Südafrikanische Union: Richard Solomon.
Für den Australischen Staatenbund: Charles Bright.
Für Kanada: G. J. Desbarats.
Für Britisch-Indien: H. A. Kirk; F. E. Dempster.
Für Neuseeland: C. Wray Palliser.
Für Griechenland: C. Dosios.
Für Italien und die Italienischen Kolonien: Prof. A. Battelli.
Für Japan und für Chosen, Formosa, Japanisch-Sachalin und das Pachtgebiet Kwantung: Tetsujiro Sakano; Kenji Ide; Riuji Nakayama; Seiichi Kurose.
Für Marokko: Mohammed el Kabadj; U. Asensio.
Für Monaco: Fr. Roussel.
Für Norwegen: Heftye; K. A. Knudssön.
Für die Niederlande: G. J. C. A. Pop; J. P. Guépin.
Für Niederländisch-Indien und die Kolonie Curaçao: Perk; F. van der Goot.
Für Persien: Mirza Abdul Ghaffar Khan.
Für Portugal und die Portugiesischen Kolonien: Antonio Maria da Silva.
Für Rumänien: C. Boerescu.
Für Rußland und die Russischen Besitzungen und Schutzgebiete: N. de Etter; P. Ossadtchy; A. Euler; Sergueievitch; V. Dmitrieff; D. Sokoltsow; A. Stchastnyi; Baron A. Wyneken.
Für die Republik San Marino: Arturo Serena.
Für Siam: Luang Sanpakitch Preecha; Wm. J. Archer.
Für Schweden: Rydin; Hamilton.
Für die Türkei: M. Emin; M. Fahry; Osman Sadi.
Für Uruguay: Fed. R. Vidiella.

Schlußprotokoll.

Im Begriff, zur Unterzeichnung des seitens der Internationalen Radiotelegraphischen Konferenz zu London vereinbarten Konvention zu schreiten, haben die unterzeichneten Bevollmächtigten folgendes beschlossen:

I.

Da die Natur des seitens Bosniens und der Herzegowina erklärten Beitritts noch nicht genau bestimmt ist, so ist beschlossen worden, Bosnien und der Herzegowina eine Stimme zuzuerteilen; dabei soll später eine Entscheidung darüber erfolgen, ob diese Stimme ihnen gemäß Artikel 12, Absatz 2 der Konvention zusteht, oder ob sie ihnen

gemäß den Bestimmungen des Absatzes 3 desselben Artikels bewilligt ist.

II.

Es wird von nachstehender Erklärung Kenntnis genommen:

Die Delegation der Vereinigten Staaten erklärt, daß ihre Regierung sich in die Notwendigkeit versetzt findet, sich jeder Tätigkeit hinsichtlich der Tarife zu enthalten, weil die Übermittelung von Radiotelegrammen ebenso wie die von Telegrammen in den Vereinigten Staaten ganz oder teilweise von Handels- oder Privatgesellschaften betrieben wird.

III.

Ebenso wird von folgender Erklärung Kenntnis genommen:

Die Regierung von Kanada behält sich das Recht vor, für jede ihrer Küstenstationen für sich eine gesamte Seetaxe für Radiotelegramme aus Nordamerika festzusetzen, die für irgendein Schiff bestimmt sind, dergestalt, daß sich die Küstentaxe auf drei Fünftel und die Bordtaxe auf zwei Fünftel dieser Gesamttaxe beläuft.

Zur Beglaubigung dessen haben die in Frage kommenden Bevollmächtigten das vorliegende Schlußprotokoll aufgestellt, das dieselbe Kraft und dieselbe Gültigkeit haben soll, als ob seine Bestimmungen in den eigentlichen Text der Konvention, zu der es gehört, mit aufgenommen wären; sie haben dann dieses Schlußprotokoll in einem Exemplar unterzeichnet, das in den Archiven der Britischen Regierung niedergelegt werden wird, und von dem jeder Partei eine Abschrift zugestellt werden soll.

Vollzogen zu London, am 5. Juli 1912.

Für Deutschland und die Deutschen Schutzgebiete: B. Koehler; O. Wachenfeld; Dr. Karl Strecker; Schrader; Goetsch; Dr. Emil Krauss; Fielitz.

Für die Vereinigten Staaten von Amerika und die Besitzungen der Vereinigten Staaten von Amerika: John R. Edwards; Jno. Q. Walton; Willis L. Moore; Louis W. Austin; George Owen Squier; Edgar Russel; C. Mc K. Saltzman; David Wooster Todd; John Hays Hammond, jr.; Webster; W. D. Terrell; John I. Waterbury.

Für die Argentinische Republik: Vicente J. Dominguez.

Für Österreich: Dr. Fritz Wagner von Jauregg; Dr. Rudolf Ritter Speil v. Ostheim.

Für Ungarn: Charles Follért; Dr. de Hennyey.

Für Bosnien und die Herzegowina: H. Goiginger, G. M.; Adolf Daninger; A. Cicoli; Romeo Vio.

Für Belgien: J. Banneux; Deldime.

Für den Belgischen Kongo: Robert B. Goldschmidt.

Für Brasilien: Dr. Francisco Bhering.

Für Bulgarien: Iv. Stoyanovitch.

Für Chile: C. E. Rickard.

Für Dänemark: N. Meyer; J. A. Vöhtz; R. N. A. Faber; T. F. Krarup.

Für Ägypten: J. S. Liddell.

Für Spanien und die Spanischen Kolonien: Jacobo Garcia Roure; Juan de Carranza y Garrido; Jacinto Labrador; Antonio Nieto; Tomás Fernandez Quintana; Jaime Janer Robinson.

Für Frankreich und Algerien: A. Frouin.

Für Französisch-Westafrika: A. Duchêne.

Für Französisch-Äquatorialafrika: A. Duchêne.

Für Indochina: A. Duchêne.

Für Madagaskar: A. Duchêne.

Für Tunesien: Et. de Felcourt.

Für Großbritannien und verschiedene Britische Kolonien und Schutzgebiete: H. Babington Smith; E. W. Farnall; E. Charlton; G. M. W. Macdonogh.

Für die Südafrikanische Union: Richard Solomon.

Für den Australischen Staatenbund: Charles Bright.

Für Kanada: G. J. Desbarats.

Für Britisch-Indien: H. A. Kirk; F. E. Dempster.

Für Neuseeland: C. Wray Palliser.

Für Griechenland: C. Dosios.

Für Italien und die Italienischen Kolonien: Prof. A. Battelli.

Für Japan und für Chosen, Formosa, Japanisch-Sachalin und das Pachtgebiet Kwantung: Tetsujiro Sakano; Kenji Ide; Riuji Nakayama; Seiichi Kurose.

Für Marokko: Mohammed el Kabadj; U. Asensio.

Für Monaco: Fr. Roussel.

Für Norwegen: Heftye; K. A. Knudssön.

Für die Niederlande: G. J. C. A. Pop; J. P. Guépin.

Für Niederländisch-Indien und die Kolonie Curaçao: Perk; F. van der Goot.

Für Persien: Mirza Abdul Ghaffar Khan.

Für Portugal und die Portugiesischen Kolonien: Antonio Maria da Silva.

Für Rumänien: C. Boerescu.
Für Rußland und die Russischen Besitzungen und Schutzgebiete: N. de Etter; P. Ossadtchy; A. Euler; Sergueievitch; V. Dmitrieff; D. Sokoltsow; A. Stchastnyi; Baron A. Wyneken.
Für die Republik San Marino: Arturo Serena.
Für Siam: Luang Sanpakitch Preecha; Wm. J. Archer.
Für Schweden: Rydin; Hamilton.
Für die Türkei: M. Emin; M. Fahry; Osman Sadi.
Für Uruguay: Fed. R. Vidiella.

Dienstordnung
im Anschluß an die Internationale radiotelegraphische Konvention.

Inhalt.

---

1. Organisation der radiotelegraphischen Stationen.

Artikel I.

Die Wahl der seitens der Küstenstationen und der Bordstationen zu verwendenden radiotelegraphischen Apparate und Anordnungen ist

freigestellt. Die Einrichtung dieser Stationen soll nach Möglichkeit den Fortschritten der Wissenschaft und der Technik entsprechen.

Artikel II.

Für den allgemeinen öffentlichen Verkehrsdienst sind zwei Wellenlängen zugelassen, eine von 600 m, die andere von 300 m. Jede für diesen Dienst geöffnete Küstenstation muß so ausgerüstet sein, daß sie diese beiden Wellenlängen, von denen die eine als die Normalwellenlänge der Station bezeichnet wird, anwenden kann. Jede Küstenstation muß während der ganzen Zeit, während der sie geöffnet ist, in der Lage sein, die Anrufe aufzunehmen, die mittels ihrer Normalwellenlänge erfolgen. Für die im Artikel XXXV, Absatz 2 vorgesehenen Nachrichten wird jedoch eine Wellenlänge von 1800 m benutzt. Ferner kann jede Regierung die Ermächtigung zur Verwendung anderer Wellenlängen seitens einer Küstenstation erteilen, wenn diese Wellenlängen dazu bestimmt sind, einen Dienst mit großer Reichweite zu gewährleisten, oder einen anderen Dienst zu erfüllen als den des allgemeinen öffentlichen Verkehrs, wie er gemäß den Anordnungen der Konvention eingerichtet ist, jedoch unter dem Vorbehalt, daß diese Wellenlängen nicht 600 m überschreiten oder aber größer sind als 1600 m.

Insbesondere dürfen die Stationen, die ausschließlich für die Signalgebung zum Zwecke der Ortsbestimmung der Schiffe Verwendung finden, keine größeren Wellenlängen als 150 m benutzen.

Artikel III.

1. Jede Bordstation muß so ausgerüstet sein, daß sie Wellenlängen von 600 m und von 300 m benutzen kann. Erstere Wellenlänge ist die Normalwellenlänge und darf, außer im Falle des Artikels XXXV, Absatz 2, bei der Übermittelung nicht überschritten werden.

Andere Wellenlängen von weniger als 600 m dürfen in besonderen Fällen und mit Genehmigung der Verwaltungen angewandt werden, denen die dabei interessierten Küstenstationen und Bordstationen unterstehen.

2. Während der ganzen Zeit, während der sie geöffnet ist, muß eine jede Bordstation die mit Hilfe ihrer Normalwellenlänge erfolgenden Anrufe aufnehmen können.

3. Die Schiffe geringen Tonnengehaltes, denen die Verwendung einer Wellenlänge von 600 m für die Übermittelung materiell unmöglich sein würde, können ermächtigt werden, ausschließlich die Wellenlänge von 300 m zu verwenden; sie müssen in der Lage sein, mittels der Wellenlänge von 600 m zu empfangen.



Artikel IV.

Die Mitteilungen zwischen einer Küstenstation und einer Bordstation oder zwischen zwei Bordstationen müssen von beiden Seiten mittels derselben Wellenlänge ausgetauscht werden. Wenn in einem besonderen Falle die Verständigung schwierig ist, so können beide Stationen nach Übereinkunft von der Wellenlänge, mittels derer sie verkehren, zu der anderen ordnungsmäßig zulässigen Wellenlänge übergehen. Die beiden Stationen nehmen ihre Normalwellenlängen wieder auf, wenn der radiotelegraphische Nachrichtenaustausch beendet ist.

Artikel V.

1. Das internationale Bureau stellt eine offizielle Karte auf, veröffentlicht sie und revidiert sie periodisch, in der die Küstenstationen, ihre normale Reichweite, ihre hauptsächlichen Schiffahrtslinien und die Zeiten verzeichnet sind, welche die Schiffe normalerweise zur Fahrt zwischen den verschiedenen Anlaufhäfen gebrauchen.

2. Es stellt ein Namensverzeichnis der im Artikel 1 der Konvention vorgesehenen radiotelegraphischen Stationen auf und veröffentlicht dieses, ebenso auch periodische Ergänzungen mit Zusätzen und Änderungen. Dieses Namensverzeichnis enthält über jede Station folgende Angaben:

1. Bei den Küstenstationen: Namen, Nationalität und geographische Lage nach Gebietsteil und nach Länge und Breite des Ortes; bei den Bordstationen: Namen und Nationalität des Schiffes, sowie gegebenenfalls Namen und Adresse des Unternehmers;

2. das Anrufzeichen (*indicatif d'appel*). (Die Anrufzeichen müssen voneinander verschieden sein, und jedes Anrufzeichen soll aus einer Gruppe von drei Buchstaben bestehen);

3. die normale Reichweite;

4. das radiotelegraphische System mit den charakteristischen Eigenschaften des Sendersystems (tönende Funken; Tonhöhe, ausgedrückt durch die Schwingungszahl in ganzen Schwingungen, usw.);

5. die benutzten Wellenlängen (die Normalwellenlänge ist unterstrichen);

6. die Art der ausgeführten Dienstleistungen;

7. die Betriebsstunden;

8. gegebenenfalls die Stunde und die Art und Weise der Ausgabe von Zeitsignalen und meteorologischen Telegrammen;

9. die Küsten- oder Bordtaxe.

3. In dem Namensverzeichnis sind ferner die Angaben über die anderen als die im Artikel 1 der Konvention angeführten radiotele-



graphischen Stationen enthalten, welche dem internationalen Bureau seitens der Verwaltung zugegangen sind, der diese Stationen unterstehen; vorausgesetzt, daß es sich entweder um Verwaltungen handelt, die der Konvention angehören, oder um Verwaltungen, die ihr nicht angehören, aber die im Artikel XLVIII vorgesehene Erklärung abgegeben haben.

4. In den für den internationalen Dienstgebrauch bestimmten Dokumenten werden folgende Bezeichnungen für die radiotelegraphischen Stationen angewandt:

PG = für den allgemeinen öffentlichen Verkehr geöffnete Station;
PR = für den beschränkten öffentlichen Verkehr geöffnete Station;
P = Station für Privatinteressen;
O = nur für den offiziellen Verkehr geöffnete Station;
N = Station mit ununterbrochenem Dienst;
X = Station ohne bestimmte Betriebspausen.

5. Dem Namen einer in der ersten Spalte des Namensverzeichnisses angegebenen Bordstation muß im Falle der Namensgleichheit das Anrufzeichen dieser Station folgen.

Artikel VI.

Der Austausch überflüssiger Signale und Wörter ist den im Artikel 1 der Konvention angeführten Stationen untersagt. Versuche und Übungen sind bei diesen Stationen nur insoweit zugelassen, als sie den Dienstbetrieb anderer Stationen nicht stören.

Die Übungen müssen mit Wellenlängen erfolgen, die von den für den öffentlichen Verkehr zugelassenen verschieden sind, und zwar mit der erforderlichen Mindeststärke.

Artikel VII.

1. Sämtliche Stationen sind gehalten, den Verkehr mit der geringsten für die Gewährleistung einer guten Verständigung erforderlichen Energie zu unterhalten.

2. Jede Küsten- oder Bordstation muß folgenden Bedingungen genügen:

a) Die ausgesandten Wellen müssen so rein wie möglich und so wenig gedämpft wie möglich sein.

Insbesondere ist die Verwendung von Senderanordnungen, bei denen die Erzeugung der ausgesandten Wellen durch unmittelbare Funkenentladung der Antenne erfolgt (*plain aerial*) nicht gestattet, außer im Falle der Not.



Sie kann indessen für gewisse besondere Stationen (beispielsweise für solche auf kleinen Booten) zugelassen werden, in denen die primäre Energie nicht mehr als 50 Watts beträgt.

b) Die Apparate müssen imstande sein, mit einer Geschwindigkeit zu geben und zu empfangen, die mindestens 20 Wörtern in der Minute entspricht, das Wort zu 5 Buchstaben gerechnet.

Die neuen Einrichtungen, die eine Energie von mehr als 50 Watt verwenden, sollen so ausgerüstet werden, daß es leicht möglich ist, mehrere unterhalb der normalen Reichweite liegende Reichweiten zu erhalten, von denen die geringste etwa 15 Seemeilen beträgt. Die alten Einrichtungen, die eine Energie von mehr als 50 Watt verwenden, sollen, soweit es möglich ist, so umgestaltet werden, daß sie den vorstehenden Vorschriften genügen.

c) Die Empfangsapparate müssen gestatten, die Mitteilungen mittels der in der vorliegenden Dienstordnung vorgesehenen Wellenlängen bis zu 600 m mit dem größtmöglichen Schutze gegen Störungen aufzunehmen.

3. Die Stationen, welche ausschließlich zur Ortsbestimmung der Schiffe dienen (*radiophares*) sollen nicht in einem Umkreise von mehr als 30 Seemeilen arbeiten.

Artikel VIII.

Unabhängig von den im Artikel VII angeführten allgemeinen Bedingungen sollen die Bordstationen ebenfalls folgenden Bedingungen genügen:

a) Die dem radiotelegraphischen Apparate zugeführte Energiemenge, an den Klemmen des Generators der Station gemessen, soll unter normalen Verhältnissen ein Kilowatt nicht überschreiten.

b) Vorbehaltlich der Vorschriften des Artikels XXXV, Absatz 2, kann eine Energie von mehr als einem Kilowatt angewandt werden, wenn sich das Schiff in der Notwendigkeit befindet, auf eine Entfernung von mehr als 200 Seemeilen von der nächstgelegenen Küstenstation zu arbeiten, oder wenn infolge außergewöhnlicher Verhältnisse die Verständigung nur durch eine Erhöhung der Energie ermöglicht werden kann.

Artikel IX.

1. Keine Bordstation darf ohne eine seitens der Regierung, der das Schiff untersteht, erteilte Genehmigung eingerichtet oder betrieben werden.



Die Bordstationen der Schiffe, die ihren Heimatshafen in einer Kolonie, einer Besitzung, oder einem Schutzgebiet haben, können als unter der Hoheit dieser Kolonie, dieser Besitzung, oder dieses Schutzgebietes stehend bezeichnet werden.

2. Jede Bordstation, die im Besitze einer von einer der vertragsschließenden Regierungen ausgestellten Genehmigung ist, soll von den übrigen Regierungen so angesehen werden, als ob sie eine Einrichtung hat, die den in der vorliegenden Betriebsordnung vorgesehenen Bedingungen genügt.

Die zuständigen Behörden der Länder, in denen das Schiff landet, können die Vorzeigung der Genehmigung verlangen. In Ermangelung dieser Vorzeigung können diese Behörden sich davon überzeugen, daß die radiotelegraphischen Einrichtungen des Schiffes den durch die vorliegende Betriebsordnung auferlegten Bedingungen genügen.

Wenn eine Verwaltung durch die Praxis erkennt, daß eine Bordstation diese Bedingungen nicht erfüllt, so soll sie in jedem Falle eine Beschwerde an die Verwaltung des Landes richten, dem das Schiff untersteht. Es wird dann erforderlichen Falles gemäß den Vorschriften des Artikels XII, Absatz 2, verfahren.

Artikel X.

1. Der Dienst der Bordstation muß durch einen Telegraphisten gewährleistet werden, der im Besitze eines Zeugnisses ist, das von der Regierung ausgestellt ist, dem das Schiff untersteht, oder in dringlichen Fällen, und nur für eine Überfahrt, von einer anderen der Konvention angehörenden Regierung.

2. Es gibt zwei Klassen von Zeugnissen.

Das Zeugnis erster Klasse stellt die berufliche Tüchtigkeit des Telegraphisten fest in bezug auf:

a) die Einstellung der Apparate und die Kenntnis ihrer Arbeitsweise;
b) die Übermittelung und Aufnahme durch das Ohr mit einer Geschwindigkeit, die nicht kleiner sein darf als 20 Wörter in der Minute;
c) die Kenntnis der für den Austausch radiotelegraphischer Mitteilungen geltenden Vorschriften.

Das Zeugnis zweiter Klasse kann einem Telegraphisten ausgestellt werden, der nur eine Sende- oder Empfangsgeschwindigkeit von 12 bis 19 Wörtern in der Minute erreicht, im übrigen aber den anderen oben genannten Bedingungen genügt. Die Telegraphisten, die im Besitze eines Zeugnisses zweiter Klasse sind, können zugelassen werden:



a) auf den Schiffen, welche die Radiotelegraphie nur für ihren eigenen Dienst und für den Verkehr ihrer Besatzung verwenden, insbesondere auf Fischerbooten;

b) auf allen Schiffen als Hilfsarbeiter, vorausgesetzt, daß diese Schiffe mindestens einen Telegraphisten an Bord haben, der im Besitze eines Zeugnisses erster Klasse ist. Auf den Schiffen jedoch, die unter die erste im Artikel XIII bezeichnete Gattung einzureihen sind, muß der Dienst durch mindestens zwei Telegraphisten gewährleistet werden, die im Besitze eines Zeugnisses erster Klasse sind.

In den Bordstationen darf die Übermittelung nur durch einen Telegraphisten erfolgen, der mit einem Zeugnis erster oder zweiter Klasse versehen ist, ausgenommen in Dringlichkeitsfällen, wo es unmöglich sein würde, diesen Vorschriften zu genügen.

3. Das Zeugnis stellt ferner fest, daß die Regierung den Telegraphisten zur Wahrung des Nachrichtengeheimnisses verpflichtet hat.

4. Der radiotelegraphische Dienst der Bordstation wird der Obergewalt des Schiffsbefehlshabers unterstellt.

Artikel XI.

Die mit radiotelegraphischen Einrichtungen versehenen und in die beiden ersten im Artikel XIII erwähnten Gattungen eingereihten Schiffe sind gehalten, radiotelegraphische Noteinrichtungen zu halten, deren Elemente alle in einem Zustande sein müssen, der eine möglichst große Sicherheit gewährt und von der die Genehmigung ausstellenden Regierung bestimmt wird. Diese Noteinrichtungen müssen über eine ihnen allein zugehörige Energiequelle verfügen; sie müssen rasch in Gang gesetzt werden können, mindestens sechs Stunden lang arbeiten und eine Mindestreichweite von 80 Seemeilen für die Schiffe der ersten und von 50 Seemeilen für jene der zweiten Kategorie haben. Diese Noteinrichtung wird für die Schiffe nicht verlangt, deren normale Einrichtung die Bedingungen dieses Artikels erfüllt.

Artikel XII.

1. Wenn eine Verwaltung von einer Verletzung der Konvention oder der Betriebsordnung Kenntnis erhält, die von einer der von ihr ermächtigten Stationen begangen worden ist, so stellt sie den Sachverhalt fest und bestimmt die Verantwortlichkeit.

Wenn es sich um Bordstationen handelt, und wenn die Verantwortlichkeit auf den Telegraphisten fällt, so ergreift die Verwaltung die erforderlichen Maßregeln und entzieht ihm nötigenfalls das Zeugnis.



Wenn festgestellt wird, daß die Verletzung eine Folge des Zustandes der Apparate oder der dem Telegraphisten erteilten Instruktionen ist, so wird ebenso hinsichtlich der dem Schiffe erteilten Genehmigung verfahren.

2. Im Falle wiederholter Verletzung, die einem und demselben Schiffe zur Last fällt, hat, wenn die Vorstellungen, die der Verwaltung, der das Schiff untersteht, seitens einer anderen Verwaltung gemacht werden, wirkungslos bleiben, diese letztere das Recht, nach vorheriger Anzeige ihre Küstenstationen zu ermächtigen, die von dem in Rede stehenden Schiffe ausgehenden Mitteilungen nicht anzunehmen. Im Falle von Unstimmigkeiten zwischen den beiden Verwaltungen wird die Frage auf Verlangen einer der interessierten Regierungen einem Schiedsgericht unterbreitet. Das Verfahren ist im Artikel 18 der Konvention angegeben.

2. Dauer des Dienstes der Stationen.

Artikel XIII.

a) Küstenstationen.

1. Der Dienst der Küstenstationen ist, soweit möglich, ein ununterbrochen Tag und Nacht dauernder.

Jedoch können gewisse Küstenstationen eine beschränkte Betriebsdauer haben. Jede Verwaltung setzt die Dienststunden fest.

2. Die Küstenstationen, deren Dienst kein dauernder ist, dürfen nicht schließen, ehe sie alle ihre Radiotelegramme an die Schiffe abgesandt haben, die sich in ihrem Wirkungsbereich befinden, und ehe sie von diesen Schiffen alle angekündigten Radiotelegramme aufgenommen haben. Diese Vorschrift gilt ebenfalls, wenn Schiffe ihre Gegenwart vor der tatsächlichen Beendigung der Arbeit anzeigen.

b) Bordstationen.

3. Die Bordstationen werden in drei Gattungen eingeteilt:

1. in Stationen mit ununterbrochenem Dienst,
2. in Stationen mit beschränkter Dienstdauer,
3. in Stationen ohne bestimmte Pausen.

Während der Fahrt müssen dauernd hörbereit sein:

1. die Stationen der ersten Gattung,
2. die Stationen der zweiten Gattung während der Dienststunden; außerhalb dieser Dienststunden müssen die letztgenannten Stationen während der ersten zehn Minuten jeder Stunde hörbereit bleiben.



Die Stationen der dritten Gattung sind zu keinerlei regelmäßigem Hördienst verpflichtet.

Es ist Sache der Regierungen, welche die im Artikel IX angegebenen Genehmigungen ausstellen, die Gattung festzusetzen, in die das Schiff hinsichtlich seiner Verpflichtungen zur Hörbereitschaft einzureihen ist. Diese Gattung wird in der Genehmigungsurkunde erwähnt.

3. Redaktion und Hinterlegung der Radiotelegramme.

Artikel XIV.

1. Die Radiotelegramme tragen als erstes Wort der Überschrift die Dienstbezeichnung „Radio".

2. Bei der Absendung von Radiotelegrammen von einem auf See befindlichen Schiffe werden in der Überschrift Tag und Stunde der Übergabe an die Bordstation bezeichnet.

3. Bei der Weitergabe an das Telegraphennetz verzeichnet die Küstenstation als Angabe des Ursprungsbureaus den Namen des Ursprungsschiffes, wie er im Namensverzeichnis enthalten ist, sowie gegebenenfalles den Namen des letzten Schiffes, das zur Vermittelung gedient hat. Nach diesen Angaben folgt der Name der Küstenstation.

Artikel XV.

1. Die Adresse der für Schiffe bestimmten Radiotelegramme muß so vollständig wie möglich sein. Sie wird vorschriftsmäßig folgendermaßen abgefaßt:

a) Name oder Stand des Empfängers, gegebenenfalls mit ergänzenden Angaben;

b) Name des Schiffes, wie er in der ersten Spalte des Namensverzeichnisses steht;

c) Name der Küstenstation, wie er im Namensverzeichnis steht.

Der Name des Schiffes kann jedoch auf eigene Gefahr des Absenders durch die Angabe des von diesem Schiffe durchlaufenen Weges ersetzt werden, der durch die Namen des Ursprungs- und des Bestimmungshafens bestimmt wird, oder auch durch jede sonstige gleichwertige Angabe.

2. In der Adresse wird der Name des Schiffes, wie er in der ersten Spalte des Namensverzeichnisses steht, in jedem Falle und unabhängig von seiner Länge, als ein Wort gezählt.

3. Die nach dem internationalen Signalcode abgefaßten Radiotelegramme werden ihrer Bestimmung zugeführt, ohne übersetzt zu werden.



4. Gebührenberechnung.

Artikel XVI.

1. Die Küstentaxe und die Bordtaxe werden nach dem Tarif für das einfache Wort festgesetzt, und zwar auf der Grundlage einer der radiotelegraphischen Arbeit angemessenen Vergütung und unter fakultativer Anwendung einer Mindestgebühr für jedes Radiotelegramm.

Die Küstentaxe darf 60 Centimes für das Wort und die Bordtaxe 40 Centimes für das Wort nicht überschreiten. Jedoch hat jede der Verwaltungen das Recht, höhere Küsten- und Bordtaxen als diese Höchstgebühren zu genehmigen, und zwar für Stationen mit einer Reichweite von mehr als 400 Seemeilen oder für Stationen, die infolge der materiellen Verhältnisse für ihre Einrichtung und für ihren Betrieb außergewöhnlich hohe Aufwendungen erfordern.

Die zulässige Mindestgebühr für ein Radiotelegramm darf nicht höher sein als die Küsten- oder Bordtaxe für ein Radiotelegramm von 10 Wörtern.

2. Bei den Radiotelegrammen, die von einem Lande herrühren oder für ein Land bestimmt sind und unmittelbar mit den Küstenstationen dieses Landes ausgewechselt werden, darf die für die Übermittelung auf die Telegraphenlinien anzuwendende Gebühr im Mittel die für den inneren Betrieb dieses Landes gültige nicht überschreiten.

Diese Gebühr wird für das einfache Wort berechnet mit einer zulässigen Mindestgebühr, welche die Gebühr für 10 Wörter nicht überschreiten darf. Sie wird seitens der Verwaltung des Landes, der die Küstenstation untersteht, in Frankenwährung angegeben.

In den Ländern des europäischen Betriebes, mit Ausnahme Rußlands und der Türkei, gilt für das Gebiet eines jeden Landes nur eine einzige Taxe.

Artikel XVII.

1. Wenn ein von einem Schiffe ausgehendes und für das Festland bestimmtes Telegramm durch eine oder zwei Bordstationen hindurchgeht, so enthält die Gebühr außer der Bordtaxe der Aufgabestation, der Küstentaxe und der Taxe für die Telegraphenlinien noch die Bordtaxe für jedes der Schiffe, die an der Übermittelung beteiligt gewesen sind.

2. Der Aufgeber eines vom Festlande ausgehenden und für ein Schiff bestimmten Radiotelegrammes kann verlangen, daß seine Nachricht durch die Vermittelung einer oder zweier Bordstationen übermittelt wird. Zu diesem Zwecke hinterlegt er den Betrag der radiotelegraphischen und telegraphischen Gebühren und außerdem als Sicherheit



einen Betrag, den das Aufgabeamt im Hinblick auf die Zahlung der im Absatz 1 festgesetzten Durchgangsgebühren an die Zwischen-Bordstationen bestimmt. Er muß ferner, nach seiner Wahl, die Gebühr für ein Telegramm von 5 Wörtern oder den Portobetrag für einen Brief zahlen, der von der Küstenstation an das Aufgabeamt zu senden ist, um die nötigen Angaben über die Verrechnung der hinterlegten Sicherheit zu liefern.

Das Radiotelegramm wird alsdann auf eigene Gefahr des Absenders angenommen. Es trägt vor der Adresse den etwaigen berechneten Vermerk: „*x retransmissions télégraphe*“ oder „*x retransmissions lettre*“ (wo x die Zahl der vom Aufgeber verlangten Weitergaben bezeichnet), je nachdem, ob der Aufgeber wünscht, daß die für die Verrechnung der hinterlegten Sicherheit erforderlichen Angaben auf telegraphischem oder auf brieflichem Wege gemacht werden sollen.

3. Die Gebühr für Radiotelegramme, die von einem Schiffe ausgehen, für ein anderes Schiff bestimmt sind und über eine oder zwei Küstenstationen gehen, umfaßt:

Die Bordtaxen der beiden Schiffe, die Taxe der Küstenstation bzw. der beiden Küstenstationen, je nach der Lage des Falles, und gegebenenfalls die für den Weg zwischen den beiden Küstenstationen zur Anwendung gelangende Telegraphentaxe.

4. Die Gebühr für Radiotelegramme, die ohne Mitwirkung einer Küstenstation zwischen Schiffen gewechselt werden, umfaßt die Bordtaxen des Aufgabe- und des Bestimmungsschiffes, vermehrt um die Bordtaxen der Zwischenstationen.

5. Die Küsten- und Bordtaxen für die Durchgangsstationen sind dieselben, die für diese Stationen festgesetzt sind, wenn sie Aufgabe- oder Bestimmungsstationen sind. Sie werden in jedem Falle nur einmal erhoben.

6. Für jede Durchgangs-Küstenstation ist die für den Durchgangsdienst zu erhebende Gebühr die höchste der für den unmittelbaren Verkehr mit den beiden in Frage kommenden Schiffen zur Anwendung gelangenden.

Artikel XVIII.

Das Land, auf dessen Gebiet eine Küstenstation errichtet ist, die als Zwischenstation für den Austausch von Radiotelegrammen zwischen einer Bordstation und einem anderen Lande dient, wird hinsichtlich der Anwendung der Telegraphentaxen als Ursprungs- oder Bestimmungsland dieser Radiotelegramme angesehen, und nicht als Durchgangsland.



5. Gebührenerhebung.

Artikel XIX.

1. Die Gesamtgebühr für Radiotelegramme wird vom Absender erhoben, mit Ausnahme

1. der Expreßkosten (Artikel LVIII, Absatz 1 der Telegraphenordnung);
2. der für die vom Bestimmungsamt oder der Bestimmungsstation festgestellten unzulässigen Wortverbindungen oder Wortveränderungen (Artikel XIX, Absatz 9 der Telegraphenordnung).

Diese beiden Gebühren werden vom Empfänger erhoben.

Die Bordstationen müssen für diesen Zweck entsprechende Tarife haben. Sie haben jedoch die Berechtigung, bei den Küstenstationen Auskunft über die Berechnung von Radiotelegrammen einzuholen, für die sie nicht alle erforderlichen Angaben besitzen.

2. Die Wortberechnung des Aufgabeamtes ist bindend für die Radiotelegramme, die für Schiffe bestimmt sind, und jene der Aufgabe-Bordstation ist bindend für die Radiotelegramme, die von Schiffen ausgehen, und zwar sowohl für die Übermittelung als für die internationale Verrechnung. Wenn jedoch das Radiotelegramm ganz oder teilweise in einer der Sprachen des Bestimmungslandes abgefaßt ist, falls es sich um Radiotelegramme handelt, die von einem Schiffe ausgehen, — oder in einer der Sprachen des Landes, dem das Schiff untersteht, falls es sich um Radiotelegramme handelt, die für ein Schiff bestimmt sind, — und wenn das Radiotelegramm Wortverbindungen oder Wortveränderungen enthält, die dem Sprachgebrauch dieser Sprache zuwiderlaufen, so hat das Bestimmungsamt oder die Bestimmungs-Bordstation, je nach Lage des Falles, das Recht, den Betrag der nicht erhobenen Gebühren vom Empfänger einzuziehen. Falls die Bezahlung verweigert wird, kann das Radiotelegramm zurückgehalten werden.

6. Übermittelung der Radiotelegramme.

a) Übermittelungssignale.

Artikel XX.

Die zur Anwendung gelangenden Signale sind die des internationalen Morsecodes.

Artikel XXI.

Schiffe in Not benutzen folgendes Signal:

· · · — — — · · · ,

das unter Hinzufügung der erforderlichen Angaben in kurzen Zwischenräumen wiederholt wird.

Sobald eine Station das Notzeichen wahrnimmt, muß sie jeden Nachrichtendienst unterbrechen und darf diesen erst wieder aufnehmen, nachdem sie die Gewißheit gewonnen hat, daß die durch den Notruf begründete Verständigung beendet ist.

Die Stationen, die einen Notruf vernehmen, müssen sich den Angaben des Schiffes, von dem der Notruf ausgeht, hinsichtlich der Reihenfolge der Mitteilungen oder deren Beendigung anpassen.

Falls auf das Ende der Reihe der Notrufe das Anrufzeichen einer bestimmten Station folgt, kommt die Beantwortung des Anrufes dieser letzteren Station zu, es sei denn, daß sie nicht antwortet. Mangels Bezeichnung einer bestimmten Station im Hilferuf ist jede Station, die diesen Ruf vernimmt, gehalten, ihn zu beantworten.

Artikel XXII.

Für die Erteilung oder Einholung von Auskünften über den radiotelegraphischen Dienstbetrieb sollen die Stationen die in der dieser Betriebsordnung beigefügten Liste enthaltenen Signale benutzen.

b) Reihenfolge der Übermittelung.

Artikel XXIII.

Zwischen zwei Stationen werden die Radiotelegramme gleichen Ranges getrennt in abwechselnder Reihenfolge oder in Serien von mehreren Radiotelegrammen, nach Angabe der Küstenstation, übermittelt, mit der Maßgabe, daß die Dauer der Übermittelung jeder Serie 15 Minuten nicht überschreitet.

c) Anruf der radiotelegraphischen Stationen und Übermittelung der Radiotelegramme.

Artikel XXIV.

1. In der Regel ruft die Bordstation die Küstenstation an, ob sie nun Radiotelegramme zu übermitteln hat, oder nicht.

2. In den Gewässern, wo der radiotelegraphische Verkehr stark ist (Ärmelkanal usw.), kann der Anruf einer Küstenstation seitens eines Schiffes im allgemeinen nur dann erfolgen, wenn erstere sich in der normalen Reichweite der Bordstation befindet, und wenn diese in eine Entfernung von weniger als 75 v. H. der normalen Reichweite der Küstenstation gelangt.

3. Ehe sie zu einem Anruf schreitet, muß die Küsten- oder die Bordstation ihr Empfangssystem so empfindlich wie möglich einstellen

und sich vergewissern, daß in ihrem Wirkungsbereich keine andere Verständigung vor sich geht. Anderenfalls wartet sie die erste Pause ab, falls sie nicht erkennt, daß ihr Anruf die bestehenden Verbindungen nicht zu stören vermag. Dasselbe gilt für den Fall, daß sie einen Anruf beantworten will.

4. Für den Anruf benutzt jede Station die Normalwellenlänge der anzurufenden Station.

5. Wenn trotz dieser Vorsichtsmaßregeln eine radiotelegraphische Übermittelung gestört wird, so muß der Anruf sofort auf Verlangen einer für den öffentlichen Verkehr geöffneten Küstenstation aufhören. Diese Station muß dann die ungefähre Dauer der Wartezeit angeben.

6. Die Bordstation muß jeder Küstenstation, der sie ihre Gegenwart angezeigt hat, den Augenblick, wo sie ihre Operationen zu beendigen beabsichtigt, und ebenso die vermutliche Dauer der Unterbrechung angeben.

Artikel XXV.

1. Der Anruf enthält das Signal — · — · —, das dreimal gegebene Anrufzeichen der angerufenen Station und das Wort „*de*“ mit darauffolgendem dreimal gegebenen Anrufzeichen der Aufgabestation.

2. Die angerufene Station antwortet mit dem Signal — · — · —, darauf folgt das dreimal gegebene Anrufzeichen der betreffenden Station, das Wort „*de*“, ihr eigenes Anrufzeichen und das Signal — · —.

3. Die Stationen, die mit Schiffen in Verbindung treten wollen, ohne jedoch die Namen der in ihrem Wirkungsbereich befindlichen Schiffe zu kennen, können das Signal — · — · — — · — (Suchsignal) anwenden. Für die Übermittelung des Suchsignals und dessen Beantwortung gelten ebenfalls die Vorschriften der Absätze 1 und 2.

Artikel XXVI.

Wenn eine angerufene Station auf den dreimal in Zwischenräumen von zwei Minuten gegebenen Anruf (Artikel XXV) nicht antwortet, so darf der Anruf erst nach einem Zeitraum von 15 Minuten wiederholt werden, nachdem sich die anzurufende Station zuvor darüber vergewissert hat, daß keinerlei radiotelegraphische Verbindung im Gange ist.

Artikel XXVII.

Jede Station, die eine Übermittelung ausführen muß, für welche die Anwendung einer großen Energiemenge erforderlich ist, gibt zunächst mit der geringsten zur Erreichung der benachbarten Stationen erforderlichen Energie dreimal das Benachrichtigungssignal — — · · — —.

Erst 30 Sekunden nach Absendung des Benachrichtigungssignales beginnt sie die Übermittelung mit der großen Energie.

Artikel XXVIII.

1. Sobald die Küstenstation geantwortet hat, liefert ihr die Bordstation die folgenden Angaben, falls sie ihr Nachrichten zu übermitteln hat; diese Angaben werden gleichfalls gegeben, wenn die Küstenstation sie verlangt:

a) die angenäherte Entfernung des Schiffes von der Küstenstation, in Seemeilen;
b) den Ort des Schiffes, in knapper, den jeweiligen Umständen angepaßter Form;
c) den nächsten Hafen, den das Schiff anlaufen will;
d) die Anzahl der Radiotelegramme, falls deren Länge normal ist, oder die Anzahl der Wörter, wenn die Nachrichten außergewöhnlich lang sind.

Die Geschwindigkeit des Schiffes in Seemeilen wird auf ausdrückliche Anfrage der Küstenstation besonders angegeben.

2. Die Küstenstation antwortet, indem sie, wie in Absatz 1 angegeben, entweder die Anzahl der Telegramme oder die Anzahl der Worte angibt, die sie dem Schiffe zu übermitteln hat, sowie die Reihenfolge der Übermittelung.

3. Wenn die Übermittelung nicht sofort erfolgen kann, so teilt die Küstenstation der Bordstation die ungefähre Dauer der Wartezeit mit.

4. Wenn eine angerufene Bordstation augenblicklich nicht empfangen kann, so benachrichtigt sie die anrufende Station von der ungefähren Dauer der Wartezeit.

5. Beim Nachrichtenaustausch zwischen zwei Bordstationen steht die Bestimmung der Reihenfolge für die Übermittelung der angerufenen Station zu.

Artikel XXIX.

Wenn eine Küstenstation Anrufe erhält, die von mehreren Bordstationen herrühren, so entscheidet sie über die Reihenfolge, in welcher diese Stationen zum Austausch ihrer Nachrichten zugelassen werden sollen.

Bei der Festsetzung dieser Reihenfolge läßt sich die Küstenstation nur von der Notwendigkeit leiten, jeder interessierten Station den Austausch der größtmöglichen Anzahl von Radiotelegrammen zu gestatten.

Artikel XXX.

Vor Beginn des Nachrichtenaustausches teilt die Küstenstation der Bordstation mit, ob die Übermittelung in abwechselnder Reihenfolge

oder in Serien erfolgen soll (Artikel XXIII); sie beginnt sodann mit der Übermittelung, oder läßt diesen Angaben das Zeichen — · — folgen.

Artikel XXXI.

Der Übermittelung eines Radiotelegrammes geht das Signal — · — · — vorauf und folgt das Signal · — · — · mit darauffolgendem Anrufzeichen der Aufgabestation und dem Signal — · —.

Bei einer Serie von Radiotelegrammen werden das Anrufzeichen der Aufgabestation und das Signal — · — nur am Ende der Serie gegeben.

Artikel XXXII.

Wenn das zu übermittelnde Radiotelegramm mehr als 40 Wörter enthält, so unterbricht die Aufgabestation die Übermittelung nach jeder Gruppe von etwa 20 Wörtern durch das Signal · · — — · · und nimmt die Übermittelung erst wieder auf, nachdem sie von der korrespondierenden Station die Wiederholung des richtig empfangenen letzten Wortes mit dem darauffolgenden genannten Signal, oder bei gutem Empfang das Signal — · —, erhalten hat.

Bei Übermittelung in Serien wird die Empfangsanzeige nach jedem Radiotelegramm gegeben.

Die mit der Übermittelung langer Radiotelegramme beschäftigten Küstenstationen müssen nach je 15 Minuten die Übermittelung unterbrechen und 3 Minuten lang ruhig bleiben, ehe sie die Übermittelung fortsetzen.

Die Küsten- und Bordstationen, die unter den im Artikel XXXV, Absatz 2, vorgesehenen Bedingungen arbeiten, müssen die Arbeit nach Ablauf von je 15 Minuten unterbrechen und während der Dauer von 3 Minuten auf die Wellenlänge von 600 m horchen, ehe sie die Übermittelung fortsetzen.

Artikel XXXIII.

1. Wenn die Signale undeutlich werden, müssen sämtliche möglichen Hilfsmittel zur Vollendung der Übermittelung herangezogen werden. Zu diesem Zwecke wird das Radiotelegramm auf Verlangen der Empfangsstation höchstens dreimal übermittelt. Wenn die Signale trotz dieser dreimaligen Übermittelung unleserlich bleiben, wird das Radiotelegramm annulliert.

Wenn sie die Empfangsbestätigung nicht erhalten hat, ruft die Sendestation die korrespondierende Station von neuem an. Wenn nach dreimaligem Anruf keine Antwort erfolgt, so wird die Übermittelung nicht fortgesetzt. In diesem Falle hat die Sendestation das Recht, die

Empfangsanzeige durch Vermittelung einer anderen radiotelegraphischen Station, gegebenenfalles unter Benutzung der Linien des Telegraphennetzes, entgegen zu nehmen.

2. Wenn die Empfangsstation glaubt, daß trotz mangelhaften Empfanges das Radiotelegramm bestellt werden kann, so verzeichnet sie am Schlusse der Überschrift den Dienstvermerk *„Réception douteuse“* und gibt das Radiotelegramm weiter. In diesem Falle erhebt die Verwaltung, der die Küstenstation untersteht, die Gebühren gemäß Artikel XLII dieser Betriebsordnung. Wenn jedoch die Bordstation schließlich das Radiotelegramm einer anderen Küstenstation derselben Verwaltung übermittelt, so darf diese nur die Gebühren für eine einzige Übermittelung erheben.

d) Empfangsanzeige und Beendigung der Arbeit.

Artikel XXXIV.

1. Die Empfangsanzeige wird in der durch die internationale Telegraphenordnung vorgeschriebenen Form gegeben. Ihr geht das Anrufzeichen der Sendestation voraus, und ihr folgt das Anrufzeichen der Empfangsstation.

2. Die Beendigung der Arbeit zwischen zwei Stationen wird von ihnen durch das Signal · · · — · — mit darauf folgendem eigenen Anrufzeichen gegeben.

e) Richtung, in der die Radiotelegramme zu leiten sind.

Artikel XXXV.

1. Grundsätzlich übermittelt die Bordstation ihre Radiotelegramme an die nächstgelegene Küstenstation.

Wenn jedoch die Bordstation zwischen mehreren Küstenstationen wählen kann, die in gleicher oder nahezu gleicher Entfernung liegen, so gibt sie der Station den Vorzug, die auf dem Gebiete des Bestimmungslandes oder des normalen Durchgangslandes ihrer Radiotelegramme errichtet ist.

2. Ein Aufgeber an Bord eines Schiffes hat jedoch das Recht, die Küstenstation zu bezeichnen, durch die er sein Radiotelegramm befördert zu haben wünscht. Die Bordstation wartet dann, bis diese Küstenstation am nächsten ist.

Ausnahmsweise kann die Übermittelung an eine entferntere Küstenstation erfolgen, vorausgesetzt daß

a) das Radiotelegramm für das Land bestimmt ist, in dem diese Küstenstation liegt, und von einem diesem Lande angehörigen Schiffe kommt;

b) die beiden Stationen für den Anruf und die Übermittelung eine Wellenlänge von 1800 m benutzen;
c) die Übermittelung mittels dieser Wellenlänge keine seitens einer näheren Küstenstation mit Hilfe derselben Wellenlänge ausgeführte Übermittelung stört;
d) die Bordstation sich in einer Entfernung von mehr als 50 Seemeilen von jeder im Namensverzeichnis aufgeführten Küstenstation befindet. Die Entfernung von 50 Meilen kann auf 25 Meilen herabgesetzt werden unter dem Vorbehalte, daß die Maximalenergie an den Klemmen des Generators 5 Kilowatt nicht überschreitet, und daß die Bordstationen gemäß Artikel VII und Artikel VIII eingerichtet sind. Diese Herabsetzung der Entfernung gilt nicht in den Meeren, Meerbusen oder Golfen, deren Ufer einem einzigen Lande angehören, und deren Öffnung gegen das freie Meer hin weniger als 100 Meilen beträgt.

7. Übergabe der Radiotelegramme an ihre Bestimmung.

Artikel XXXVI.

Wenn aus irgendeinem Grunde ein von einem Schiffe auf See kommendes und für das Festland bestimmtes Radiotelegramm dem Adressaten nicht zugestellt werden kann, so wird eine Benachrichtigung über die nicht erfolgte Zustellung abgeschickt. Diese Benachrichtigung wird der Küstenstation übermittelt, die das ursprüngliche Radiotelegramm aufgenommen hat. Diese letztere sendet nach Kontrolle der Adresse die Benachrichtigung, falls es möglich ist, wieder an das Schiff, nötigenfalls durch Vermittelung einer anderen Küstenstation desselben oder eines benachbarten Landes.

Wenn ein an eine Bordstation gelangtes Radiotelegramm nicht bestellt werden kann, so benachrichtigt diese Station hiervon das Aufgabeamt oder die Aufgabestation durch eine dienstliche Mitteilung. Bei Radiotelegrammen, die vom Festlande kommen, wird diese Nachricht, sofern es möglich ist, der Küstenstation übermittelt, durch die das Radiotelegramm gegangen ist, oder nötigenfalls einer anderen Küstenstation desselben oder eines benachbarten Landes.

Artikel XXXVII.

Wenn das Schiff, für das ein Radiotelegramm bestimmt ist, innerhalb der vom Aufgeber bestimmten Frist, oder — in Ermangelung einer solchen Angabe — bis zum Morgen des achten darauf folgenden

Tages, der Küstenstation seine Anwesenheit nicht angezeigt hat, so benachrichtigt diese Küstenstation hiervon das Aufgabeamt, das dann den Aufgeber benachrichtigt.

Dieser hat das Recht, durch bezahlte telegraphische oder postalische Dienstmeldung an die Küstenstation zu verlangen, daß sein Radiotelegramm während eines weiteren Zeitraumes von 9 Tagen zurückgehalten werde, um dem Schiffe übermittelt zu werden, und so fort. Mangels eines solchen Antrages wird das Radiotelegramm am Ende des neunten Tages (den Tag der Aufgabe nicht mitgerechnet) als unbestellbar zurückgelegt.

Wenn jedoch die Küstenstation die Gewißheit hat, daß das Schiff aus seinem Wirkungsbereich hinausgefahren ist, ehe sie ihm das Radiotelegramm hat übermitteln können, so benachrichtigt sie hiervon sofort das Aufgabeamt, das seinerseits unverzüglich den Aufgeber von der Nichtigkeitserklärung der Nachricht in Kenntnis setzt. Der Aufgeber kann jedoch durch bezahlte Dienstmeldung verlangen, daß die Küstenstation das Radiotelegramm beim nächsten Vorübergang des Schiffes bestellt.

8. Besondere Radiotelegramme.

Artikel XXXVIII.

Zulässig sind nur:

1. Radiotelegramme mit bezahlter Rückantwort. Diese Radiotelegramme tragen vor der Adresse den Vermerk „*Réponse payée*“ oder „*R P*“, der durch Nennung des im voraus bezahlten Betrages für die Antwort ergänzt wird, also etwa „*Réponse payée fr. x*“, oder „*R P fr. x*“.

Der an Bord eines Schiffes ausgestellte Gutschein für die Antwort gibt die Berechtigung, innerhalb seiner Gültigkeit ein Radiotelegramm an einen beliebigen Bestimmungsort von der Bordstation aus abzusenden, die diesen Gutschein ausgestellt hat.

2. Kollationierte Radiotelegramme.

3. Durch Eilboten zu bestellende Radiotelegramme. Diese sind aber nur in solchen Fällen zulässig, wo der Betrag der Eilbotenkosten vom Empfänger erhoben wird. Die Länder, welche solche Radiotelegramme nicht annehmen können, müssen dies dem internationalen Bureau erklären. Durch Eilboten zu bestellende Radiotelegramme, für welche die Kosten vom Aufgeber erhoben werden, können zugelassen werden, wenn sie für das Land bestimmt sind, auf dessen Gebiet die betreffende Küstenstation liegt.

4. Postalisch zu bestellende Radiotelegramme.

5. Mehrfache Radiotelegramme.

6. Radiotelegramme mit Empfangsbestätigung. Letztere ist aber nur hinsichtlich der Mitteilung über den Tag und die Stunde zulässig, zu denen die Küstenstation das an die Bordstation gerichtete Radiotelegramm an diese übermittelt hat.

7. Berechnete Dienstmitteilungen. Ausgeschlossen hiervon sind Mitteilungen, die eine Wiederholung oder eine Auskunft verlangen. Jedoch sind auf den Strecken der Telegraphenlinien sämtliche berechneten Dienstmitteilungen zulässig.

8. Dringende Radiotelegramme. Solche sind jedoch nur auf den Strecken der Telegraphenlinien zulässig und vorbehaltlich der Anwendung der internationalen Telegraphenordnung.

Artikel XXXIX.

Die Radiotelegramme können von einer Küstenstation einem Schiffe oder von einem Schiffe einem anderen Schiffe übermittelt werden zum Zwecke einer Weitergabe auf postalischem Wege vom Anlaufhafen des empfangenden Schiffes aus.

Solche Radiotelegramme gestatten keine radiotelegraphische Weitergabe.

Die Adresse solcher Radiotelegramme muß folgendermaßen abgefaßt sein:

1. Gebührenpflichtiger Vermerk „*poste*" mit darauffolgendem Namen des Hafens, in dem das Radiotelegramm der Post übergeben werden soll;
2. Name und vollständige Adresse des Empfängers;
3. Name der Bordstation, welche die Aufgabe an die Post besorgen soll;
4. Nötigenfalles Name der Küstenstation.

Beispiel: Poste Buenosaires Martinez 14 Calle Prat Valparaiso Avon Lizard.

Die Gebühr umfaßt außer den radiotelegraphischen und telegraphischen Gebühren einen Betrag von 25 Centimes für das Postporto des Radiotelegrammes.

9. Archive.

Artikel XL.

Die Originale der Radiotelegramme, sowie alle von den Verwaltungen zurückbehaltenen darauf bezüglichen Dokumente, werden mit allen für die Wahrung des Geheimnisses erforderlichen Vorsichtsmaß-

regeln mindestens 15 Monate lang, von dem auf den Monat der Aufgabe der Radiotelegramme folgenden Monat an gerechnet, aufbewahrt.

Diese Originale und Dokumente werden, soweit möglich, mindestens einmal monatlich seitens der Bordstationen an die zuständigen Verwaltungen eingesandt.

10. Gebührenermäßigungen und Rückzahlungen.

Artikel XLI.

1. Hinsichtlich der Gebührenermäßigungen und Rückzahlungen findet die internationale Telegraphenordnung Anwendung unter Berücksichtigung der durch die Artikel XXXVIII und XXXIX der vorliegenden Betriebsordnung angegebenen Einschränkungen und unter folgenden Vorbehalten:

Die Zeit, die zur radiotelegraphischen Übermittelung erforderlich ist, sowie die Dauer des Aufenthaltes der für Schiffe bestimmten Radiotelegramme an den Küstenstationen oder der von Schiffen herrührenden Radiotelegramme an den Bordstationen rechnen bei den für Gebührenermäßigungen oder Rückzahlungen in Frage kommenden Verzögerungen nicht mit.

Wenn die Küstenstation dem Aufgabeamte mitteilt, daß ein Radiotelegramm dem Bestimmungsschiffe nicht übermittelt werden kann, so veranlaßt die Verwaltung des Ursprungslandes alsbald die Rückzahlung der Küsten- und Bordtaxen für dieses Radiotelegramm an den Absender. In diesem Falle gehen die zurückerstatteten Gebühren nicht in die im Artikel XLII vorgesehene Verrechnung ein, aber das Telegramm wird darin zum Vermerk erwähnt.

Die Rückzahlung wird von den verschiedenen Verwaltungen und Privatunternehmungen getragen, die an der Leitung des Radiotelegrammes beteiligt gewesen sind, und zwar verzichtet jede von ihnen auf ihren Anteil an den Gebühren. Die Radiotelegramme jedoch, auf welche die Artikel 7 und 8 der Konvention von St. Petersburg anzuwenden sind, bleiben den Anordnungen der internationalen Telegraphenordnung unterworfen, außer wenn die Annahme dieser Radiotelegramme infolge eines Dienstfehlers erfolgt ist.

2. Wenn die Empfangsanzeige über ein Radiotelegramm nicht an die Station gelangt ist, welche die Nachricht abgesandt hat, so wird die Gebühr erst dann zurückerstattet, wenn festgestellt worden ist, daß das Radiotelegramm zur Rückzahlung Anlaß gibt.

11. Rechnungsführung.

Artikel XLII.

1. Die Küsten- und Bordtaxen gehen nicht in die seitens der internationalen Telegraphenordnung vorgesehene Verrechnung ein.

Die Rechnungen über diese Taxen werden von den Verwaltungen der interessierten Länder liquidiert. Sie werden seitens der Verwaltungen aufgestellt, denen die Küstenstationen unterstehen, und von ihnen den interessierten Verwaltungen mitgeteilt. Für den Fall, daß der Betrieb der Küstenstationen von der Verwaltung des Landes unabhängig ist, so kann der Unternehmer dieser Stationen hinsichtlich der Verrechnung an die Stelle der Verwaltung dieses Landes treten.

2. Für die Übermittelung auf Telegraphenlinien wird das Radiotelegramm hinsichtlich der Verrechnung gemäß der Telegraphenordnung behandelt.

3. Bei den von Schiffen ausgehenden Telegrammen belastet die Verwaltung, der die Küstenstation untersteht, die Verwaltung, der die Aufgabe-Bordstation untersteht, mit den Küstentaxen und den gewöhnlichen Telegrammgebühren, mit den gesamten für die bezahlte Antwort erhobenen Taxen, mit den für die Vergleichung (Kollationierung) erhobenen Küstentaxen und Telegrammgebühren, mit den Taxen für Eilbotenbestellung (in dem im Artikel XXXVIII vorgesehenen Falle) oder für Bestellung durch die Post, und mit den für weitere Abschriften (T M) erhobenen Gebühren. Die Verwaltung, welcher die Küstenstation untersteht, erkennt, gegebenenfalles auf dem Wege telegraphischer Verrechnung und durch Vermittelung der an der Übermittelung der Radiotelegramme beteiligt gewesenen Ämter, die Verwaltung, der das Bestimmungsamt untersteht, für die gesamten Gebühren für bezahlte Antwort. Bezüglich der Telegrammgebühren und der Gebühren für die Bestellung durch Eilboten oder durch die Post, sowie für weitere Abschriften wird gemäß der Telegraphenordnung verfahren; dabei wird die Küstenstation als Ursprungstelegraphenamt angesehen.

Bei solchen Radiotelegrammen, die für ein Land bestimmt sind, das außerhalb des Landes liegt, dem die Küstenstation angehört, sind die gemäß den vorstehenden Bestimmungen zu liquidierenden Gebühren die, welche sich entweder aus den der internationalen Telegraphenordnung beigefügten Tabellen „A“ und „B“ ergeben, oder aus besonderen zwischen den Verwaltungen der angrenzenden Länder geschlossenen und seitens dieser Verwaltungen veröffentlichten Vereinbarungen, und

nicht die Gebühren, die nach den besonderen Bestimmungen der Artikel XXIII, Absatz 1, und XXVII, Absatz 1, der Telegraphenordnung erhoben werden könnten.

Bei den für Schiffe bestimmten Radiotelegrammen und gebührenpflichtigen Dienstmeldungen wird die Verwaltung, der das Aufgabeamt untersteht, unmittelbar von jener Verwaltung, der die Küstenstation untersteht, mit den Küsten- und Bordtaxen belastet. Die gesamten Gebühren für bezahlte Antwort jedoch werden gegebenenfalls von Land zu Land auf dem Wege telegraphischer Verrechnung kreditiert, bis zu der Verwaltung, welcher die Küstenstation untersteht. Hinsichtlich der Telegrammgebühren und der Gebühren für die Bestellung durch die Post und für weitere Abschriften wird gemäß der Telegraphenordnung verfahren. Die Verwaltung, welcher die Küstenstation untersteht, erkennt jene, welcher das Bestimmungsschiff untersteht, für die Bordtaxe, gegebenenfalles für die den Zwischen-Bordstationen zustehenden Gebühren, für die gesamten für bezahlte Antwort erhobenen Gebühren, für die Bordtaxe für Vergleichung (Kollationierung), sowie für die Gebühren für die Herstellung weiterer Abschriften und die Übermittelung durch die Post.

Die gebührenpflichtigen Dienstnachrichten und die bezahlten Antworten selbst werden bei der radiotelegraphischen Verrechnung in jeder Hinsicht wie die übrigen Radiotelegramme behandelt.

Bei Radiotelegrammen, die durch Vermittelung einer oder zweier Zwischen-Bordstationen geleitet werden, belastet jede dieser Zwischenstationen die Aufgabe-Bordstation, falls es sich um ein von einem Schiffe aufgegebenes Radiotelegramm handelt, oder die Bestimmungs-Bordstation, falls es sich um ein für ein Schiff bestimmtes Radiotelegramm handelt, mit der ihr für den Durchgang zustehenden Bordtaxe.

4. Grundsätzlich erfolgt die Liquidierung der Rechnungen für den Verkehr zwischen Bordstationen direkt zwischen den diese Stationen betreibenden Gesellschaften, und zwar wird die Aufgabestation von der Bestimmungsstation belastet.

5. Die für die besondere Rechnungsführung über Radiotelegramme als Grundlage dienenden Monatsrechnungen werden Radiotelegramm für Radiotelegramm mit allen zweckmäßigen Angaben und innerhalb einer Frist von sechs Monaten, von dem Monat, auf den sie sich beziehen, an gerechnet, aufgestellt.

6. Die Regierungen behalten sich das Recht vor, untereinander und mit Privatgesellschaften (Unternehmern für den Betrieb radiotelegraphischer Stationen, Schiffahrtsgesellschaften usw.) besondere Ver-

einbarungen über die Annahme anderer Anordnungen für die Rechnungsführung zu treffen.

12. Internationales Bureau.

Artikel XLIII.

Die Mehrausgaben, die sich aus den Arbeiten des internationalen Bureaus für die Radiotelegraphie ergeben, sollen 80000 Franken jährlich nicht übersteigen, die besonderen Kosten für den Zusammentritt einer internationalen Konferenz nicht mit eingerechnet. Die Verwaltungen der vertragschließenden Staaten werden hinsichtlich ihres Beitrages zu den Kosten in sechs Klassen eingeteilt, und zwar folgendermaßen:

Erste Klasse: Südafrikanische Union; Deutschland; Vereinigte Staaten von Amerika; Alaska; Hawai und die übrigen amerikanischen Besitzungen in Polynesien; Philippinische Inseln; Portorico und die Amerikanischen Besitzungen in den Antillen; Panamakanalzone; Argentinische Republik; Australien; Österreich; Brasilien; Kanada; Frankreich; Großbritannien; Ungarn; Britisch-Indien; Itatien; Japan; Neuseeland; Rußland; Türkei.

Zweite Klasse: Spanien;

Dritte Klasse: Russisch-Zentralasien (Küstengebiet des Kaspischen Meeres); Belgien; Chile; Chosen, Formosa, Japanisch-Sachalin und das Pachtgebiet Kwantung; Niederländisch-Indien; Norwegen; Niederlande; Portugal; Rumänien; Westsibirien (Küstengebiet des nördlichen Eismeeres); Ostsibirien (Küstengebiet des Stillen Ozeans); Schweden.

Vierte Klasse: Deutsch-Ostafrika; Deutsch-Südwestafrika; Kamerun; Togo; Deutsche Schutzgebiete im Stillen Ozean; Dänemark; Ägypten; Indochina; Mexiko; Siam; Uruguay.

Fünfte Klasse: Französisch-Westafrika; Bosnien und die Herzegowina; Bulgarien; Griechenland; Madagaskar; Tunesien.

Sechste Klasse: Französisch-Äquatorialafrika; Portugiesisch-Westafrika; Portugiesisch-Ostafrika und Portugiesische Besitzungen in Asien; Buchara; Belgisch-Kongo; Kolonie Curaçao; Spanische Kolonie im Busen von Guinea; Erythräa; Khiwa; Marokko; Monaco; Persien; San Marino; Italienisch-Somaliland.

Artikel XLIV.

Die verschiedenen Verwaltungen lassen dem internationalen Bureau eine dem hier beigefügten Modell entsprechende Tabelle zu-



gehen, welche die in dieser Tabelle aufgeführten Angaben betreffs der im Artikel V dieser Betriebsordnung erwähnten Stationen enthält. Die hinzutretenden Änderungen und Ergänzungen werden zwischen dem 1. und 10. jedes Monats seitens der Verwaltungen dem internationalen Bureau mitgeteilt. Mil Hilfe dieser Mitteilungen stellt das internationale Bureau das im Artikel V vorgesehene Namensverzeichnis auf. Das Namensverzeichnis wird an die interessierten Verwaltungen verteilt. Es kann auch mit den zugehörigen Ergänzungen zum Selbstkostenpreise an das Publikum verkauft werden.

Das internationale Bureau achtet darauf, daß die Annahme identischer Anrufzeichen für die radiotelegraphischen Stationen vermieden wird.

13. Übermittelung von meteorologischen Nachrichten, Zeitzeichen und anderen Nachrichten.

Artikel XLV.

1. Die Verwaltungen treffen die nötigen Vorkehrungen, ihren Küstenstationen die meteorologischen Telegramme mit den für das Gebiet dieser Stationen interessanten Angaben zugehen zu lassen. Diese Telegramme, deren Text nicht länger als 20 Wörter sein soll, werden den Schiffen, die darum anfragen, übermittelt. Die Gebühr für diese meteorologischen Telegramme wird auf Rechnung der Bestimmungsschiffe erhoben.

2. Die seitens gewisser, von den Ländern, denen sie unterstehen, zu diesem Zwecke bestimmter Schiffe gemachten meteorologischen Beobachtungen können einmal täglich als gebührenpflichtige Dienstnachrichten den seitens der interessierten Verwaltungen hierzu ermächtigten Küstenstationen übermittelt werden; diese Verwaltungen bestimmen auch die meteorologischen Anstalten, an welche diese Beobachtungen seitens der Küstenstationen gesandt werden.

3. Die Zeitzeichen und die meteorologischen Telegramme werden hintereinander übermittelt, und zwar dergestalt, daß die Gesamtdauer ihrer Übermittelung zehn Minuten nicht überschreitet. Grundsätzlich schweigen während dieser Übermittelung sämtliche radiotelegraphischen Stationen, deren Verkehr die Aufnahme dieser Signale und Telegramme stören kann, so daß es allen Stationen, die es wünschen, möglich ist, diese Telegramme und Signale aufzunehmen. Ausnahmen hiervon gelten für Notfälle und für Staatstelegramme.

4. Die Verwaltungen erleichtern den von ihnen zugelassenen Schiffsnachrichtenagenturen die Mitteilung der Angaben über Unfälle und Katastrophen zur See und solcher Angaben, die ein allgemeines Interesse für die Schiffahrt haben; diese Angaben dürfen die Küstenstationen regelmäßig mitteilen.

14. Verschiedene Bestimmungen.

Artikel XLVI.

Der Austausch von Mitteilungen zwischen den Bordstationen soll so erfolgen, daß er den Dienst der Küstenstationen nicht stört; diese letzteren sollen im allgemeinen das Prioritätsrecht für den öffentlichen Verkehr haben.

Artikel XLVII.

Die Küsten- und die Bordstationen sind gehalten, an der Weitergabe der Radiotelegramme in solchen Fällen teilzunehmen, wo die Verbindung zwischen der Ursprungs- und der Bestimmungsstation nicht hergestellt werden kann.

Die Anzahl der Weitergaben ist jedoch auf zwei beschränkt.

Hinsichtlich der für das Festland bestimmten Radiotelegramme können Weitergaben nur zur Erreichung der nächstgelegenen Küstenstation Anwendung finden.

Die Weitergabe unterliegt in allen Fällen der Bedingung, daß die Zwischenstation, welche das Radiotelegramm im Durchgangsverkehr empfängt, in der Lage ist, es zu befördern.

Artikel XLVIII.

Wenn die Beförderung eines Radiotelegrammes teilweise über Telegraphenlinien oder durch radiotelegraphische Stationen erfolgt, die einer nicht vertragschließenden Regierung unterstehen, so kann dieses Radiotelegramm zum mindesten unter dem Vorbehalt befördert werden, daß die Verwaltungen, denen diese Linien oder diese Stationen unterstehen, die Erklärung abgegeben haben, daß sie gegebenenfalls die Bestimmungen der Konvention und der Betriebsordnung anwenden wollen, die für die regelmäßige Beförderung der Radiotelegramme unerläßlich sind, und daß die Verrechnung gesichert ist.

Diese Erklärung wird dem internationalen Bureau abgegeben und zur Kenntnis der Ämter der Telegraphenunion gebracht.



Artikel XLIX.

Die infolge der Entscheidungen späterer Telegraphenkonferenzen etwa nötig werdenden Abänderungen der vorliegenden Betriebsordnung werden an dem Datum in Kraft treten, das für die Anwendung der von jeder dieser Konferenzen beschlossenen Bestimmungen festgesetzt werden wird.

Artikel L.

Die Bestimmungen der internationalen Telegraphenordnung sind nach Analogie auf den radiotelegraphischen Verkehr anzuwenden, soweit sie den Bestimmungen der vorliegenden Betriebsordnung nicht zuwiderlaufen.

Insbesondere sind auf den radiotelegraphischen Verkehr die Vorschriften des Artikels XXVII, Absatz 3 ÷ 6, der Telegraphenordnung über die Gebührenerhebung, der Artikel XXVI und XLI über die Bezeichnung des zu verfolgenden Weges, des Artikels LXXV, Absatz 1, LXXVIII, Absatz 2 ÷ 4 und LXXIX, Absatz 2 ÷ 4. über die Rechnungsaufstellung anzuwenden. Hierzu ist jedoch zu bemerken:

1. Die im Absatz 2 des Artikels LXXIX der Telegraphenordnung vorgesehene Frist von 6 Monaten für die Prüfung der Rechnungen wird hinsichtlich der Radiotelegramme auf 9 Monate verlängert.
2. Die Bestimmungen des Artikels XVI, Absatz 2, werden nicht so aufgefaßt, als gestatteten sie die gebührenfreie Übermittelung der Diensttelegramme auf radiotelegraphischem Wege, welche ausschließlich den Telegraphendienst betreffen, ebensowenig, als gestatteten sie den gebührenfreien Durchgang der ausschließlich auf den radiotelegraphischen Dienst bezüglichen Diensttelegramme auf den Telegraphenlinien.
3. Die Bestimmungen des Artikels LXXIX, Absatz S und 5, finden auf die radiotelegraphische Rechnungsführung keine Anwendung.

Hinsichtlich der Anwendung der Bestimmungen der Telegraphenordnung werden die Küstenstationen als Durchgangsstationen angesehen, außer wenn die Radiotelegraphenordnung ausdrücklich festsetzt, daß diese Stationen als Ursprungs- oder Bestimmungsämter angesehen werden sollen.

Gemäß Artikel 11 der Londoner Konvention soll die vorliegende Betriebsordnung am 1. Juli 1913 in Kraft treten.

Zur Beglaubigung dessen haben die in Frage kommenden Bevollmächtigten die vorliegende Betriebsordnung in einem Exemplar unterzeichnet, das in den Archiven der Britischen Regierung niedergelegt werden wird, und von dem jeder Partei eine Abschrift zugestellt werden soll.

Für Deutschland und die Deutschen Schutzgebiete: B. Koehler; O. Wachenfeld; Dr. Karl Strecker; Schrader; Goetsch; Dr. Emil Krauss; Fielitz.

Für die Vereinigten Staaten von Amerika und die Besitzungen der Vereinigten Staaten von Amerika: John R. Edwards; Ino. Q. Walton; Willis L. Moore; Louis W. Austin; George Owen Squier; Edgar Russel; C. Mc K. Saltzman; David Wooster Todd; John Hays Hammond jr.; Webster; W. D. Terrell; John I. Waterbury.

Für die Argentinische Republik: Vicente J. Dominguez.

Für Österreich: Dr. Fritz Ritter Wagner von Jauregg; Dr. Rudolf Ritter Speil von Ostheim.

Für Ungarn: Charles Follért; Dr. de Hennyey.

Für Bosnien und die Herzegowina: H. Goiginger, G. M.; Adolf Daninger; A. Cicoli; Romeo Vio.

Für Belgien: J. Banneux; Deldime.

Für den Belgischen Kongo: Robert B. Goldschmidt.

Für Brasilien: Dr. Francisco Bhering.

Für Bulgarien: Iv. Stoyanovitch.

Für Chile: B. E. Rickard.

Für Dänemark: N. Meyer; J. A. Vöhtz; R. N. A. Faber; T. F. Krarup.

Für Ägypten: J. S. Liddell.

Für Spanien und die Spanischen Kolonien: Jacobo Garcia Roure; Juan de Carranza y Garrido; Jacinto Labrador; Antonio Nieto; Tomás Fernandez Quintana; Jaime Janer Robinson.

Für Frankreich und Algerien: A. Frouin.

Für Französisch-Westafrika: A. Duchêne.

Für Französisch-Äquatorialafrika: A. Duchêne.

Für Indochina: A. Duchêne.

Für Madagaskar: A. Duchêne.

Für Tunesien: Et. de Felcourt.

Für Großbritannien und verschiedene Britische Kolonien

und Schutzgebiete: H. Babington Smith; E. W. Farnall; E. Charlton; G. M. W. Macdonogh.

Für die Südafrikanische Union: Richard Solomon.

Für den Australischen Staatenbund: Charles Bright.

Für Kanada: G. J. Desbarats.

Für Britisch-Indien: H. A. Kirk; F. E. Dempster.

Für Neuseeland: C. Wray Palliser.

Für Griechenland: C. Dosios.

Für Italien und die Italienischen Kolonien: Prof. A. Battelli.

Für Japan und für Chosen, Formosa, Japanisch-Sachalin und das Pachtgebiet Kwantung: Tetsujiro Sakano; Kenji Ide; Riuji Nakayama; Seiichi Kurose.

Für Marokko: Mohammed el Kabadj; U. Asensio.

Für Monaco: Fr. Roussel.

Für Norwegen: Heftye; K. A. Knudssön.

Für die Niederlande: G. J. C. A. Pop; J. P. Guépin.

Für Niederländisch-Indien und die Kolonie Curaçao: Perk; F. van der Goot.

Für Persien: Mirza Abdul Ghaffar Khan.

Für Portugal und die Portugiesischen Kolonien: Antonio Maria da Silva.

Für Rumänien: C. Boerescu.

Für Rußland und die Russischen Besitzungen und Schutzgebiete: N. de Etter; P. Ossadtchy; A. Euler; Sergueievitch; V. Dmitrieff; D. Sokoltsow; A. Stchastnyi; Baron A. Wyneken.

Für die Republik San Marino: Arturo Serena.

Für Siam: Luang Sanpakitch Preecha; Wm. J. Archer.

Für Schweden: Rydin; Hamilton.

Für die Türkei: M. Emin; M. Fahry; Osman Sadi.

Für Uruguay: Fed. R. Vidiella.

Administration de . . . (Annexe à l'article XLIV du Règlement.)

Etat signalétique des stations radiotélégraphiques.

a) Stations côtières.

Nom.	Natio-nalité	Position géographique E = longitude orientale O = longitude occidentale N = latitude septentrionale S = latitude méridionale Subdivisions territoriales	Indicatif d'appel	Portée normale en milles nautiques	Système radiotélégraphique avec les caractéristiques du système émetteur	Longueurs d'onde en mètres (la longueur d'onde normale est soulignée)

Nature des services effectués	Heures d'ouverture (heure du fuseau)	Taxe côtière		Observations (éventuellement heure et mode d'envoi des signaux horaires et des télégrammes météorologiques)
		par mot, en francs	minimum par radiotélégramme, en francs	

b) Stations de bord.

Nom.	Natio-nalité	Indicatif d'appel	Portée normale en milles nautiques	Système radiotélégraphique avec les caractéristiques du système émetteur	Longueurs d'onde en mètres (la longueur d'onde normale est soulignée)

Nature des services effectués	Heures d'ouverture	Taxe de bord		Observations (éventuellement, nom et adresse de l'exploitant)
		par mot, en francs	minimum par radiotélégramme, en francs	
		1° Navires de guerre		
		2° Navires de commerce		

Verwaltung von . . . (Anhang zum Artikel XLIV der Betriebsordnung.)

Signalisierungsverhältnis der radiotelegraphischen Stationen.

a) Küstenstationen.

Name	Nationalität	Geograph. Lage E = östl. Länge O = westl. Länge N = nördl. Breite S = südl. Breite Gebietsteil	Anrufzeichen	Normale Reichweite in Seemeilen	Radiotelegraphisches System mit den charakteristischen Merkmalen des Sendersystems	Wellenlängen in Metern (die Normalwellenlänge ist unterstrichen)

Art des Dienstes	Dienststunden (Zonenzeit)	Küstentaxe		Bemerkungen (Gegebenenfalls Zeit und Art der Absendung von Zeitsignalen und meteorolog. Telegrammen)
		Per Wort, in Franken	Mindestgebühr für ein Radiotelegramm, in Franken	

b) Bordstationen.

Name	Nationalität	Anrufzeichen	Normale Reichweite in Seemeilen	Radiotelegraph. System mit den charakteristisch. Merkmalen des Sendersystems	Wellenlängen in Metern (die Normalwellenlänge ist unterstrichen)

Art des Dienstes	Dienststunden	Bordtaxe		Bemerkungen (Gegebenenfalls Name und Adresse des Betriebsunternehmers)
		Per Wort, in Franken	Mindestgebühr für ein Radiotelegramm, in Franken	
		1. Kriegsschiffe		
		2. Kauffarteischiffe		

(Anhang zum Artikel XXII der Betriebsordnung.)

Verzeichnis der bei radiotelegraphischen Übermittelungen anzuwendenden Abkürzungen.

Abkürzung	Frage	Antwort oder Mitteilung
1	2	3
— · — · — — · —	(C Q)	Suchsignal, das eine Station anwendet, die in Verkehr zu treten wünscht.
— · — ·	(T R)	Signal, welches die Absendung von Nachrichten in betr. einer Bordstation anzeigt (Art. . .).
— — · · — —	(!)	Signal dafür, daß eine Station mit großer Energie senden wird.
P R B	Wünschen Sie mit meiner Station mitt. des internationalen Signalkodes zu verkehren?	Ich wünsche, mit Ihrer Station mittels des internationalen Signalkodes zu verkehren.
Q R A	Wie ist der Name Ihrer Station?	Hier Station . . .
Q R B	In welcher Entfernung von meiner Station befinden Sie sich?	Die Entfernung zwischen unseren Stationen beträgt . . . Seemeilen.
Q R C	Wie ist Ihre wahre Peilung?	Meine wahre Peilung ist . . . Grad.
Q R D	Wohin fahren Sie?	Ich fahre nach . . .
Q R F	Woher kommen Sie?	Ich komme von . . .
Q R G	Welcher Gesellschaft od. Schiffahrtslinie gehören Sie an?	Ich gehöre . . .
Q R H	Welches ist Ihre Wellenlänge?	Meine Wellenlänge beträgt . . . Meter.
Q R I	Wieviel Wörter haben Sie zu übermitteln?	Ich habe . . . Wörter zu übermitteln.
Q R K	Wie empfangen Sie?	Ich empfange gut.
Q R L	Empfangen Sie schlecht? Soll ich 20 mal · · · · — · geben, um die Einstellung Ihrer Apparate zu ermöglichen?	Ich empfange schlecht. Geben Sie 20 mal · · · · — ·, damit ich meine Apparate einstellen kann.
Q R M	Werden Sie gestört?	Ich werde gestört.
Q R N	Sind die atmosphärischen Störungen sehr stark?	Die atmosphärischen Störungen sind sehr stark.
Q R O	Soll ich die Energie vermehren?	Vermehren Sie die Energie.
Q R P	Soll ich d. Energie vermindern?	Vermindern Sie die Energie.
Q R Q	Soll ich schneller senden?	Senden Sie schneller.
Q R S	Soll ich langsamer senden?	Senden Sie langsamer.
Q R T	Soll ich mit der Übermittelung aufhören?	Hören Sie mit der Übermittelung auf.
Q R U	Haben Sie etwas für mich?	Ich habe nichts für Sie.
Q R V	Sind Sie bereit?	Ich bin bereit. Es ist alles in Ordnung.
Q R W	Sind Sie beschäftigt?	Ich bin mit einer anderen Station (oder: mit. . .) beschäftigt. Bitte, stören Sie mich nicht.

Abkürzung	Frage	Antwort oder Mitteilung
QRX	Soll ich warten?	Warten Sie. Ich werde Sie um . . . Uhr (oder: bei Bedarf) anrufen.
QRY	Wann komme ich an die Reihe?	Sie kommen als Nummer . . . an die Reihe.
QRZ	Sind meine Signale schwach?	Ihre Signale sind schwach.
QSA	Sind meine Signale kräftig?	Ihre Signale sind kräftig.
QSB	{ Ist mein Ton schlecht? Ist mein Funke schlecht?	{ Der Ton ist schlecht. Der Funke ist schlecht.
QSC	Sind die Intervalle der Übermittelung schlecht?	Die Intervalle der Übermittelung sind schlecht.
QSD	Wir wollen unsere Uhren vergleichen. Ich habe . . . Uhr; wieviel haben Sie?	Es ist . . . Uhr.
QSF	Sollen die Radiotelegramme in abwechselnd. Reihenfolge od. in Serien übermitt. werden?	Die Übermittelung soll in abwechselnder Reihenfolge geschehen.
QSG	— — — — — — —	Die Übermittelung wird in Serien von je 5 Radiotelegrammen erfolgen.
QSH	— — — — — — —	Die Übermittelung wird in Serien von je 10 Radiotelegrammen erfolgen.
QSI	Welche Gebühr ist für . . . zu erheben?	Die zu erhebende Gebühr beträgt . . .
QSK	Ist das letzte Radiotelegramm annulliert?	Das letzte Radiotelegramm ist annulliert.
QSL	Haben Sie Empfangsbestätigung erhalten?	Bitte, geben Sie Empfangsbestätigung.
QSM	Wie ist Ihr wahrer Weg?	Mein wahrer Weg ist unter . . . Grad.
QSN	Stehen Sie mit dem Festlande in Verbindung?	Ich stehe nicht mit dem Festlande in Verbindung.
QSO	Stehen Sie mit einer anderen Station (oder: mit . . .) in Verbindung?	Ich stehe (durch Vermittelung von . . .) mit . . . in Verbindung.
QSP	Soll ich . . . signalisieren, daß Sie sie anrufen?	Benachrichtigen Sie . . ., daß ich sie anrufe.
QSQ	Werde ich von . . . angerufen?	Sie werden von . . . angerufen.
QSR	Werden Sie das Radiotelegramm befördern?	Ich werde das Radiotelegramm befördern.
QST	Haben Sie einen allgemeinen Anruf empfangen?	Allgemeiner Anruf an alle Stationen.
QSU	Bitte, rufen Sie mich an, sobald Sie fertig sein werden (oder: um . . . Uhr).	Ich werde Sie anrufen, sobald ich fertig sein werde.
QSV	Ist öffentlicher Verkehr im Gange?	Es ist öffentlicher Verkehr im Gange. Bitte, stören Sie ihn nicht.
QSW	Soll ich meine Funkenfrequenz erhöhen?	Erhöhen Sie die Funkenfrequenz.
QSX	Soll ich meine Funkenfrequenz herabsetzen?	Setzen Sie die Funkenfrequenz herab.
QSY	Soll ich mit der Wellenlänge von . . . Metern senden?	Wir wollen zur Wellenlänge von . . . Metern übergehen.

Wenn auf eine Abkürzung ein Fragezeichen folgt, so gilt sie für die bei dieser Abkürzung angegebene Frage.

Beispiele:

Stationen:

A	QRA	= Wie heißt Ihre Station?
B	QRA Campania	= Hier Station Campania.
A	QRG?	= Welcher Gesellschaft oder Schiffahrtslinie gehören Sie an?
B	QRG Cunard. QRZ	= Ich gehöre zur Cunard Line. Ihre Signale sind schwach.

Station *A* erhöht dann die Energie ihres Sendeapparates und gibt:

A	QRK?	= Wie empfangen Sie?
B	QRK	= Ich empfange gut.
	QRB 80	= Die Entfernung zwischen unseren Stationen beträgt 80 Seemeilen.
	QRC	= Meine wahre Peilung ist 62 Grad.
	usw.	usw.

Protokoll der neunten Plenarsitzung.

5. Juli 1912.

Die Sitzung wird um 10 Uhr abends unter dem Vorsitze von Sir H. Babington Smith eröffnet.

Anwesend sind sämtliche Mitglieder der Konferenz und die Vertreter der Gesellschaften, welche der achten Sitzung beigewohnt haben, mit Ausnahme der Herren Dr. Beggerow, Delegierten für Deutschland; Augustin Sal, Delegierten der Argentinischen Republik; A. Linninger, Beigeordneten der Delegation Österreichs; Hauptmann Glatter, Delegierten für Bosnien und die Herzegowina; Geniebataillonschef Cartier und Schiffsleutnant du Paty de Clam, Delegierten für Frankreich; Schiffsleutnant John A. Slee und Geniemajor R. H. H. Boys, D. S. O., Delegierter für Großbritannien, J. E. Taylor, Beigeordneter der Delegation für Großbritannien; T. S. Nightingale, Delegierten der Südafrikanischen Union; Fregattenkapitän Commendatore V. Pullino und Schiffskapitän Cavaliere C. Rey de Villarey, Delegierten für Italien; Commendatore G. Marconi, Vertreter der Marconi's Wireless Telegraph Company, Limited; Hird, Vertreter von Siemens Brothers and Company, Limited; Dr. A. J. Ostheimer, Vertreter von The Telefunken Wireless Company of the United States; Girardeau, Vertreter der Société Française Radio-Electrique.

Anwesend sind ferner die Herren: Sir Richard Solomon, G. C. M. G., Delegierter der Südafrikanischen Union; Ivan Stoyanovitch, Delegierter für Bulgarien; C. P. Edwards, Delegierter für Kanada; Geniehauptmann Fernandez Quintana, Delegierter für Spanien; Onorevole Prof. A. Battelli, Delegierter für Italien; Fregattenkapitän Dmitriev, Delegierter für Rußland; Osman Saadi Bey, Delegierter der Türkei.

Das Protokoll der achten Sitzung wird verlesen und vorbehaltlich der Änderungen, die etwa dem Vorstand kundgegeben werden können, genehmigt.

Der Herr Vorsitzende erteilt das Wort Herrn Dosios, Delegiertem für Griechenland, als Berichterstatter der zur Prüfung der Rechnungen des Internationalen Bureaus ernannten Kommission.

Herr Dosios äußert sich folgendermaßen:

„Die seitens der Konferenz mit der Prüfung der Geschäftsführung des Internationalen Bureaus beauftragte Kommission hat sich unter dem Vorsitze des Herrn Follért, Führer der Ungarischen Delegation, gebildet und ist an diese Prüfung herangegangen. Sie erklärt, daß sie die Rechnungsführung in vollkommener Ordnung gefunden hat und dies mit Freuden bestätigt.

Obwohl es vielleicht nicht Sache der Konferenz ist, in die Festsetzung der Bezüge und Entschädigungen einzugreifen, die den Beamten des Internationalen Bureaus zustehen, muß die Kommission doch darauf hinweisen, daß ihre Aufmerksamkeit durch die Geringfügigkeit der Summen von 500 und 400 Franken erregt worden ist, die dem stellvertretenden Leiter und dem ersten Schriftführer zugebilligt worden sind, und die der Arbeit, welche ihr Nebendienst angesichts der schnellen Entwickelung der Radiotelegraphie erfordert, nicht zu entsprechen scheinen."

Der Herr Vorsitzende stellt fest, daß die Konferenz von der Erklärung über die Rechnungslegung Kenntnis nimmt und dem Internationalen Bureau für seine Geschäftsführung Entlastung erteilt.

Was den seitens der Rechnungskommission ausgedrückten Wunsch in betreff der Bezüge des stellvertretenden Leiters und des ersten Schriftführes anlangt, so erinnert der Herr Vorsitzende daran, daß die Bezüge der Beamten des Internationalen Bureaus vom Schweizer Bundesrat festgesetzt werden. Der Herr Vorsitzende erklärt, daß der seitens der Kommission ausgesprochene Wunsch, wenn dies der Wille der Konferenz ist, dem Bundesrat übermittelt werden wird, der dann das Nötige veranlassen wird, um ihn zu erfüllen.

Die Versammlung nimmt diesen Vorschlag mit lebhaftem Beifall an.

Der Herr Vorsitzende teilt mit, daß die Spezialkommission die Verteilung der den einzelnen Verwaltungen vorzubehaltenden Anrufzeichen beendet hat, daß es zweifellos für die Konferenz kein Interesse hat, über diese Verteilung in Plenarsitzung zu diskutieren, daß die Konferenz diese Entscheidung als die ihrige ansehen und das Internationale Bureau mit der Ausführung des Erforderlichen betrauen könne.

Es wird demgemäß beschlossen.

Das Wort erhält die Italienische Delegation zur Verlesung eines Telegrammes Sr. Exz. des Herrn Calissano, Ministers des Italienischen Post- und Telegraphenwesens. Herr Calissano entbietet den Delegierten der Dritten Radiotelegraphischen Konferenz seinen Gruß, drückt sein lebhaftes Interesse für die soeben von ihr vollendeten Arbeiten aus, hegt den Wunsch, daß die herzlichen Erörterungen, die stattgefunden haben, die Bande, welche die Nationen verbinden, immer inniger gestalten werden, und wünscht, daß die von der Konferenz angenommenen Regeln der Schiffahrt größere Sicherheit gewähren werden, zum großen Nutzen der Menschheit.

Diese Verlesung wird mit lebhaftem Beifall aufgenommen.

Der Herr Vorsitzende macht sich zum Dolmetsch der Versammlung, indem er dem Herrn Minister des Italienischen Post- und Telegraphenwesens zugleich mit seinen herzlichsten Grüßen seinen lebhaften Dank für das Interesse entbietet, das er für die Arbeiten der Konferenz zu bekunden die Freundlichkeit gehabt hat.

Es wird dann zur Unterzeichnung der Konvention, des Schlußprotokolls und der Betriebsordnung seitens der mit Vollmachten versehenen Delegierten geschritten.

Der Herr Vorsitzende stellt fest, daß diese Formalität erfüllt ist.

Der Herr Vorsitzende erteilt dann dem Vorsitzenden der französischen Delegation, Herrn Frouin, das Wort.

Herr Frouin äußert sich folgendermaßen:

„Herr Vorsitzender!

Meine Herren!

In dem Augenblicke, da wir auseinandergehen wollen, vermag ich dem Wunsche nicht zu widerstehen, die Gefühle der Dankbarkeit und der Erkenntlichkeit zum Ausdruck zu bringen, die wir während dieser fünf Wochen täglich für die Aufnahme empfunden haben, welche diese große Weltstadt uns hat zuteil werden lassen.



Wir werden von unserem hiesigen Aufenthalt unvergeßliche Erinnerungen mit fortnehmen, deren wertvollste die an die Ehre sein werden, die Ihre Majestäten der König und die Königin uns dadurch erwiesen haben, daß sie uns gnädigst in ihrem Palast zu Buckingham empfangen haben. (Anhaltender Beifall.)

Wir sind mit den zartesten Aufmerksamkeiten überhäuft worden, und Worte vermögen wahrlich nicht auszudrücken, was wir empfinden. Der Herr Postmaster General Herbert Samuel hat trotz seiner anspruchsvollen Beschäftigungen zu wiederholten Malen mit ausgesuchter Liebenswürdigkeit das große Interesse zu bezeigen gewußt, das er unseren Arbeiten entgegenbrachte. Wir sind davon tief gerührt worden.

Wir müssen ihm unendlich dankbar dafür sein, daß er zur Leitung unserer Arbeiten einen so hervorragenden Mann ausersehen hat wie Sir Henry Babington Smith. Mit dem Zauber einer eleganten Rede und eines liebenswürdigen Wesens hat er eine unerschöpfliche Höflichkeit zu vereinen verstanden. Dank seiner reichen Erfahrung und seiner Unparteilichkeit hat er es verstanden, ein noch schwaches Boot unter Umgehung schwieriger Klippen als sicherer Pilot unversehrt in den Hafen zu führen, indem er für alle auftauchenden Probleme befriedigende Lösungen zu finden wußte.

Er hat uns gestattet, ihm nur ein bescheidenes Andenken darzubieten: ein Album, in dem die Photographien seiner Mitarbeiter an einer Tagung vereinigt sind. Wenn er in diesem Bande blättern wird, so wird er darin die Bilder der Freunde finden, die er sich für alle Zeiten zu erwerben verstanden hat. (Anhaltender Beifall.)

Meine Herren!

Gestatten Sie mir, noch einige Worte des Dankes an unsere englischen Kollegen hinzuzufügen, deren Liebenswürdigkeit uns bezaubert hat; an den Empfangsausschuß, der uns durch die von ihm veranstalteten glänzenden Feste in Staunen versetzt hat; an die Schriftführer der Konferenz, die zumal in diesen letzten Tagen beträchtliche Arbeit zu leisten gehabt haben.

Schließlich muß ich ganz besonders der Herren Beamten des Internationalen Bureaus Erwähnung tun, des stellvertretenden Leiters Herrn Crescitz, des ersten Schriftführers für die Radiotelegraphie Herrn Schwill, die infolge der höchst bedauerlichen Erkrankung des hochverehrten Herrn Oberst Frey und des traurigen Unfalles, den Herr Homberger erlitten hat, zu zweien die Arbeit von vieren haben

leisten müssen. Wir können ihnen nicht genug für die Aufopferung danken, die sie bewiesen haben.

Ich bin sicher, daß ihr liebenswürdiger Vorgesetzter sie für diese Anstrengung und für die Fähigkeiten, die sie an den Tag gelegt haben, entschädigen wird. (Lebhafter Beifall.)

Ich bitte zu entschuldigen, daß ich so lange gesprochen habe; ich habe jedoch nur Dinge gesagt, die ich für wesentlich halte.

Nicht ohne Betrübnis verlassen wir diesen Saal, wo wir eifrig und freudig in einer Atmosphäre der Versöhnlichkeit an einem Werke gearbeitet haben, das dem allgemeinen Fortschritt und dem Wohle der Menschheit zugute kommen wird."

Diese Rede wird von der Versammlung mit lebhaftem Beifall aufgenommen.

Herr Perk, Delegierter für Niederländisch-Indien, der Doyen der Delegierten, ergreift das Wort und führt aus:

„Herr Vorsitzender!

Meine Herren!

Es sei mir gestattet, einige Worte zu sagen. Ich sage „einige Worte", denn wenn meine Wellenlänge größer wäre, Verzeihung, ich meine, wenn meine Stimme weiter tragen würde, so würde ich viele Worte sagen.

Dank meiner Eigenschaft als Doyen habe ich bereits viele Konferenzen erlebt, und ich darf behaupten, daß die Londoner Versammlung, deren Arbeiten in dieser Stunde abgeschlossen werden, ein Werk hinterlassen wird, das denen ihrer Vorgängerinnen nicht nachsteht.

Die Höflichkeit bei den Auseinandersetzungen, der gute Wille der Delegierten. ihr lebhafter Wunsch nach Verständigung haben es ermöglicht, alle Schwierigkeiten, von denen manche im ersten Augenblick unüberwindlich erschienen, zu lösen. Dieses glückliche Ergebnis verdanken wir zum großen Teile unserm ehrenwerten und verehrten Vorsitzenden, Sir Henry Babington Smith, dessen große Fähigkeiten wir bereits von den früheren Konferenzen her kennen, und der sich auf der Londoner Konferenz einen Teil unserer Zuneigung zu erobern gewußt hat." (Lebhafter Beifall.)

Der Herr Vorsitzende ergreift das Wort und hält folgende Ansprache:

„Meine Herren!

Ich weiß nicht, wie ich Ihnen für die liebenswürdigen und schmeichelhaften Worte danken soll, die Sie soeben an mich gerichtet



haben, sowie für die Aufnahme, die Sie ihnen bereitet haben. Je weniger ich sie verdiene, um so höher schätze ich sie ein!

Wenn wir so glücklich am Ende unserer Arbeiten angelangt sind, so glaube ich, daß dies nicht dem Verdienste Einiger allein zu danken ist, sondern vielmehr der gemeinsamen Mitarbeit Aller.

Ich danke Ihnen von ganzem Herzen für die Gefühle, die Sie für mich an den Tag gelegt haben. Das Album, das Sie mir darzubieten die große Liebenswürdigkeit gehabt haben, wird mir eine geradezu kostbare Erinnerung, nicht nur an die Konferenz, sondern an alle Delegierten sein. Ich werde jedes in diesem Album enthaltene Bild als das eines Freundes betrachten!

Meine Herren!

Ich möchte mich vollkommen den Worten anschließen, die der verehrte Herr Frouin über die Arbeiten des Bureaus der Konferenz ausgesprochen hat.

Ich kann dem ausgezeichneten stellvertretenden Leiter des Internationalen Bureaus, Herrn Crescitz, nicht genug für die Leitung dieser Arbeiten und für die bewunderungswürdige Art danken, in der er sich seiner Aufgabe als Berichterstatter über die Plenarsitzungen entledigt hat (lebhafter Beifall), ebensowenig Herrn Schwill für die äußerst wertvolle Hilfe, die er dabei geleistet hat (erneuter Beifall). Ich schließe mich von ganzem Herzen dem Lobe und den Wünschen an, die Herr Frouin im Hinblick auf diese Herren zum Ausdruck gebracht hat. (Bravo! und Beifall.)

Es sei mir gestattet, in meinen Dank auch die übrigen Schriftführer des Bureaus der Konferenz, ich meine die Beamten des General Post Office, einzuschließen. (Anhaltender Beifall.)

Meine Herren!

Der Herr Postmaster General, der die Absicht hatte, dieser Schlußsitzung beizuwohnen, und das Vergnügen erhoffte, den Mitgliedern der Konferenz die Abschiedsgrüße der Britischen Regierung auszusprechen, ist daran durch eine Verpflichtung verhindert worden, der er sich nicht hat entziehen können. Er hat mich beauftragt, Ihnen in seinem Namen und im Namen der Britischen Regierung die Gefühle zum Ausdruck zu bringen, die er selbst ausgedrückt haben würde, wenn er unsere Sitzungen hätte schließen können.

Die Arbeiten der Konferenz sind beendet, und wir sind in der Lage, ihren Wert abzuschätzen. Es scheint mir, daß wir uns zu dem

glücklichen und nützlichen Ergebnis beglückwünschen können, das wir durch Einmütigkeit dank dem Geiste gegenseitiger Verständigung und der gegenseitigen Achtung der Meinungen erreicht haben, die stets in unseren Beratungen vorherrschend waren.

Ich möchte Sie zu dieser nächtlichen Stunde hier nicht länger dadurch festhalten, daß ich die soeben unterzeichneten Aktenstücke im einzelnen analysiere. Aber ich kann von der Konvention sagen, daß sie nur sehr wenige Abänderungen, abgesehen von denen enthält, die sich aus der Beseitigung der Zusatzverpflichtung ergeben. Das ist ein Beweis dafür, daß das in Berlin verrichtete Werk ein festes und dauerhaftes war. Die wenigen Änderungen, die wir daran vorgenommen haben, und die übrigens seinem Geiste entsprechen, haben den Zweck. es zu erweitern, zu befestigen und zu verallgemeinern.

Die an der Betriebsordnung vorgenommenen Änderungen sind zahlreicher und zugleich wichtiger. Sie haben hauptsächlich zwei Zwecke.

Zunächst haben wir durch die Anwendung der Radiotelegraphie die Unfälle auf See zu vermeiden gesucht, indem wir die Fahrt der Schiffe über die Meere sicherer gestalteten und, falls sich unglücklicherweise ein Unfall ereignen sollte, dem in Gefahr befindlichen Schiffe die größtmögliche Gewißheit gaben, daß seine Notrufe nicht unbemerkt vorbeigehen werden.

Die zweite Gruppe der Änderungen, die wir angenommen haben, betreffen die Wirksamkeit und den geordneten Gang des Betriebes im allgemeinen. Sie sind natürlich sehr verschiedenartig, sehr eingehend und zuweilen sogar etwas verwickelt. Der Lösung der Einzelfragen hat die Konferenz eine aufmerksame Prüfung zuteil werden lassen und hat sich dabei von der Praxis beraten lassen.

Wir haben nicht alle Fragen gelöst, die unsere Aufmerksamkeit erregt haben, Wenn wir die Frage der Reglementierung der Verbindungen zwischen festen Punkten nicht geprüft haben, so haben wir der nächsten Konferenz, die durch die Erfahrung besser unterrichtet sein wird, als wir es sind, die Sorge überlassen, die besonders heiklen Grundsätze für eine solche Reglementierung aufzustellen. Ebenso haben wir die Frage der Benutzung der Radiotelegraphie seitens der Luftschiffe übergangen. Die Konferenz zu Washington wird also auch ihrerseits eine beträchtliche Arbeit zu verrichten haben.

Im Namen der Regierung von Großbritannien, im Namen der Britischen Verwaltung, und in meinem eigenen Namen begrüße ich Sie, meine Herren, und sage ihnen nicht ‚Lebewohl‘, sondern ‚Auf

Wiedersehen'. Somit erkläre ich die Zweite Radiotelegraphische Konferenz für geschlossen."

Diese Rede wird von der ganzen Versammlung mit Bravorufen und anhaltendem Beifall aufgenommen.

Herr Farnall von der Britischen Delegation dankt in seinem eigenen Namen und im Namen der übrigen Mitglieder der Delegation Herrn Frouin für die freundlichen Worte, die er an sie gerichtet hat.

Er erklärt sich sehr glücklich, an den Arbeiten der Konferenz mitgewirkt zu haben, und in der Hoffnung, daß seine Kollegen aus den verschiedenen Verwaltungen und Dienstzweigen, die daran teilgenommen haben, eine ebenso angenehme Erinnerung an die herzlichen Beziehungen, die sich dabei entwickelt haben, davontragen werden wie er selbst, gibt er dem lebhaften Bedauern Ausdruck, mit dem er von jenen scheidet, die für ihn nicht nur Kollegen, sondern Freunde geworden sind.

Herr Webster, Delegierter der Vereinigten Staaten, erklärt, daß er durch das Nahen der Trennung tief bewegt sei.

Er dankt nochmals der Konferenz dafür, daß sie sich freundlichst bereit erklärt hat, nach fünf Jahren in Washington zusammenzutreten. Er erklärt indessen, daß er eine gewisse Furcht vor dieser Versammlung empfinde. Nicht als ob er fürchte, daß seine Regierung zögern werde, die Einladung, die er im Namen des Staatsdepartements ausgesprochen habe, zu rektifizieren; vielmehr weil er glaube, daß es schwer sein werde, für die Leitung der Beratungen einen Babington Smith zu finden, und weil es schwer sein werde, den Delegierten Zerstreuungen zu bieten, die jenen vergleichbar sein würden, welche auf der Londoner Konferenz jedermann in Bewunderung versetzt hätten.

Er schließt, indem er allen Delegierten zuruft: ‚Auf Wiedersehen 1917 in Washington!'

Die Versammlung bringt ihrem Vorsitzenden ein dreifaches Hurra!

Die Sitzung wird um 11 Uhr 10 Minuten aufgehoben.

Der Generalschriftführer: A. Crescitz. — Der Vorsitzende: H. Babington Smith.

Die Schriftführer:
Fr. Schwill; W. B. Harris; A. Gordon, F. Addey.

Eingesandt: 15. September 1912.

(Nach den Korrekturbogen aus dem Französischen übersetzt von **Max Iklé**.)

Technische Seiten der Arbeiten der Internationalen Radiotelegraphischen Konferenz zu London, 1912.

(Technical Aspects of the Work of the International Radiotelegraphic Conference, London 1912.)

Es wurden der Konferenz folgende Vorschläge von technischer Bedeutung gemacht:

a) Seitens Großbritanniens sowie Österreichs wurde vorgeschlagen, daß die normale Wellenlänge für Schiffe von 300 auf 600 m erhöht werden solle. Der Grund hierfür war, daß infolge der durch die angewandten größeren Energiemengen erforderlich gewordenen größeren Abmessungen der Schiffsantennen 600 m in den meisten Fällen eine passendere Wellenlänge ist als 300 m. Auf Anregung Amerikas wurde dahin entschieden, daß 600 m zur allgemeinen Anrufwellenlänge gemacht wurde. Die auf den Anruf folgende Unterhaltung ist jedoch mit 300 oder mit 600 m gestattet.

Amerika bemühte sich, die Zulassung mittlerer Wellenlängen zwischen 300 und 800 m für den Verkehr durchzusetzen. Dieser Antrag wurde von der Konferenz aus dem Grunde verworfen, weil eine Ausdehnung der Verkehrswellenlängen auf 800 m die Reichweite der Schiffe ungebührlich herabmindern würde.

Es wurde weiter dahin entschieden, daß es unklug sein würde, einen Verkehr mittels der Wellenlängen zwischen 300 und 600 m zuzulassen, weil viele der gegenwärtig im Gebrauch befindlichen Senderanordnungen infolge ihrer Bauart nicht scharf genug abgestimmt werden können, um eine Interferenz zu vermeiden, sofern nicht die volle Wellenlängendifferenz zwischen 300 und 600 m aufrecht erhalten wird. Für besondere Zwecke werden kleinere Wellenlängen als 300 m zugelassen.

b) Ein zweiter Vorschlag von sehr großem Wert wurde von Italien und den Niederlanden gemacht, dahingehend, daß es Schiffen gestattet sein solle, für Verkehr auf große Strecken Wellenlängen von mehr als 1600 m anzuwenden. Das ist aus zwei Gründen wichtig: 1. können dadurch große Energiemengen, ohne Interferenz mit der normalen Verständigung auf kurze Strecken (Wellen von 300 bis 600 m), angewandt werden; und 2. sind lange Wellen, wenigstens bei Tage, wegen der geringeren atmosphärischen Absorption für die größeren Wellenlängen auf große Entfernungen wirksamer. Es wurde schließlich dahin entschieden, daß für den Verkehr vom Schiff zur Küste auf lange Strecken 1800 m angewandt werden sollen.

c) Ein weiterer Antrag Frankreichs, Großbritanniens und Japans von technischem Interesse war der, daß die Reichweite einer Station sowohl für den Verkehr bei Tage als auch für den bei Nacht angegeben werden solle. Dieser Antrag wurde angenommen und ist deshalb wertvoll, weil er fordert, daß die Reichweite bei Tage angegeben wird. Die Erwähnung der Reichweite bei Nacht ist unglücklich, weil sie zwar im allgemeinen größer als die bei Tage, aber für eine genaue Definition zu unsicher ist. Wenn die Reichweite genau definiert werden soll, würde es auch notwendig sein, die Höhe und den Typus der Empfängerantenne und den Typus des benutzten Detektors zu definieren.

d) Einen vierten Vorschlag machte Italien. dahingehend, daß alle für den öffentlichen Verkehr freigegebenen Stationen tönende Funken anwenden sollten. Der Grund hierfür ist, daß man annimmt, tönende Funken würden durch die atmosphärischen Störungen hindurch leichter wahrgenommen als nicht tönende. Der Antrag wurde von der Konferenz abgelehnt, weil eine derartige Beschränkung der Apparatur vermutlich zu einer Verzögerung in der Entwickelung der Radiotelegraphie führen würde.

e) Außer den vorstehenden Anträgen stellten Deutschland und Amerika eine Gruppe von Anträgen in der Absicht, die radiotelegraphische Messung der Antennenenergie und die Schärfe der Abstimmung auf eine quantitative Grundlage zu stellen. Deutschland beantragte, daß das höchste zulässige Dekrement für die ausgesandten Wellen bei einer Sendestation 0,15 sein solle. Amerika stellte einen ähnlichen Antrag, schlug aber ein Höchstdekrement von 0,20 vor.

Als Maß für die Energie der Antenne schlug Deutschland das Quadrat der Antennenstromstärke, multipliziert mit dem Gesamtwiderstande der Antenne vor. Amerikas Vorschlag hingegen ging dahin, daß die ausgestrahlte Energie proportional dem Quadrate der Antennenstromstärke multipliziert mit dem Quadrate der bis zur Mitte der Kapazität gemessenen Antennenhöhe angenommen werden solle.

Alle diese Vorschläge wurden durch den Widerstand Englands, Frankreichs und die Italiens bekämpft, weil die Kunst der Messung hoher Frequenzen in diesen Ländern offenbar noch nicht weit genug vorgeschritten ist, um eine hinlänglich genaue Bestimmung der in Frage kommenden Größen zu gestatten.

Eingesandt: 15. September 1912.

(Nach dem Manuskript aus dem Englischen übersetzt von **Max Iklé**.)

Mitteilungen aus der Praxis.

Nachtrag zum Verzeichnis der Funkentelegraphenstationen nach dem Stande vom 15. Mai 1912[1]).

Abkürzungen:

M = Marconigesellschaft. H = Hörapparat.
T = Telefunken. S = Schreibapparat.
R = Normale Reichweite in Kilometern.

Die beigesetzten Zahlen bedeuten die Wellenlänge in Metern, die fettgedruckten Zahlen die normale Wellenlänge.

a) Küstenstationen.

Ägypten:

Port Said (R 400; M; H; 300, **600**).

Australischer Staatenbund:

Sydney (R 600 tags, 1200 nachts; T; H; 300, 450, **600**.)
Melbourne (R 930 tags, 2800 nachts; Commonwealth; H; 450, **600**).

Belgisch-Kongo:

Banana (R 300; Radio-Electrique; H; **300**, 600).

Brasilien:

Monte Serrat (R 200; T; S u. H; 300).
Amaralina (R 800; T; H; **600**, 1000, 1600).
Fernando de Noronha (R 400, 1000; Compagnie Générale radiotélégraphique; H; **600**, 1800).
Olinda (R 500; Compagnie Générale radiotélégraphique; H; 600).
Gestrichen: Rijo (R 50; M; H; 300).

Britisch Guyana:

Demerara (R 800; Lodge-Muirhead; H; 600).

Britisch Indien:

Sandheads (südlich der Ganges-Mündung) (R 300; Lodge-Muirhead; H; 300, **600**).
Calcutta Radio (R 400; Lodge-Muirhead; H; 300, **600**).
Bassein (R 500; Lodge-Muirhead; H; 960).

1) Jahrb. 5, Heft 3, 1912.

Diamond Island (Mündungen des Irawadi) (R 500; Lodge-Muirhead; H; 300, 500, **600**).
Jask (R 500; Lodge-Muirhead; H; 300, **600**).
Mergui (Unter-Birma) (R 500; Lodge-Muirhead; H; 670).
Port Blair (Süd-Andaman) (R 500; Lodge-Muirhead; H; 400, **800**).
Table Island (nördl. der Andamanen) (R 500; Lodge-Muirhead; H; 300, **600**).
Victoria Point (Südspitze von Unter-Birma) (R 500; Lodge-Muirhead; H; 300, **600**, 700).

Britisch Somaliland:

Aden (R 320; M; H; 600).
Berbera (R 320; M; H; 600).

Bulgarien:

Varna (R 500; M; H; 300, 600).

Canada:

Grosse Isle (S. Lorenz-Strom) (R 175; M; H; 300).
Pictou (Nova Scotia) (R 175; M; H; 300).
Quebec (R 175; M; H; 300).
Cape Bear (Prince Edward Island (R 250; M; H; 300).
Harrington (Belle Isle-Straße) (R 250; M; H; 300).
Magdalen Islands (S. Lorenz-Golf) (R 250; M; H; 600).
North Sydney (Cape Breton) (R 250; M; H; 300).
Point Amour (Labrador) (R 250; M; H; 300).
Three Rivers (S. Lorenz-Strom) (R 250; M; H; 600).
Cape Lazo (Vancouver Island) (R 280; M; H; 600).
Montreal (R 350; M; H; 600).
Victoria (R 370; M; H; 600).
Dead Tree Point (Queen Charlotte-Inseln) (R 400; M; H; 600).
Belle Isle (nördlich v. New Foundland) (R 425; M; H; 600).
Camperdown (Halifax, Nova Scotia) (R 425; M; H; 600).
Cape Sable (Nova Scotia) (R 425; M; H; 600).
Clarks City (S. Lorenz-Strom) (R 425; M; H; 600).
Fame Point (S. Lorenz-Golf) (R 425; M; H; 600).
Father-Point (S. Lorenz-Strom) (R 425; M; H; 600).
Heath Point (Anticosti) (R 425; M; H; 600).
Partridge Island (S. John, New Brunwick) (R 425; M; H; 600).
Point Riche (New Foundland Belle Isle-Strasse) (R 425; M; H; 600).
Prince Rupert (Britisch Columbia) (R 460; M; H; 600).

Ikeda Head (Queen Charlotte-Inseln) (R 460; M; H; 600).
Cape Ray (New Foundland) (R 500; M; H; **600**, 1600).
Sable Island (südöstlich von Nova Scotia) (R 550; M; H; 600).
Port Arthur, Ontario (Lake Superior, Thunder Bai) (R 600; M; H; 600).
Cape Race (New Foundland) (R 650; M; H; **600**; 1600).
Triangle Island (Britisch Columbia, Queen Charlotte-Sund) (R 650; M; H; 600).
Pachena (Vancouver Island) (R 460; M-Shoemaker; H; 600).
Point Grey (bei Vancouver) (R 190; Shoemaker; H; 600).
Estevan (Vancouver Island (R 190; Shoemaker; H; 600).

Ceylon:

Colombo (R 720; M; H; **600**, 900).

Chile:

Talcahuano (R —; T; H; 600, **700**; 1200).
Änderungen:
Las Salinas (R 20; M; H).
Escuela Naval (R 50; M; H).
Playa Ancha (Valparaiso) R 500; M; H; 400, **700**).

Cocos Keeling-Inseln:

Cocos (Indischer Ozean) (R 250; M; H; **300**, 600).

Curaçao (Kolonie):

Aruba (R 200; T; H; 600).
Bonaire (R 200; T; H; 600).
Curaçao (R 500; T; H; 600).

Dänemark:

Änderung:
Kopenhagen (R 400; T; H u. S; 300, **600**).

Deutschland:

a) Mutterland.

Eiderlotsengaliote Feuerschiff (Nordsee) (R 80; T; H u. S; **300**, 600).
Danzig (R 600 tags, 1200 nachts; T; H; 600).
Swinemünde (R 600 tags, 1200 nachts; T; H; 600).
Änderungen:
Amrumbank, Feuerschiff (R 50; T; H u. S; **300**, 600).
Weser, Feuerschiff (R 65; T; H; 300).
Eider, Feuerschiff (R 120; T; H u. S; **300**, 600).
Bremerhaven, Lloydhalle (R 400; T; H u. S; 300).
Helgoland (R 200; T; S; 300).

b) Schutzgebiete.

Swakopmund (R 800—1000; T; H; 600).
Duala (R 1100; T; H; 600).

Änderungen:

Angaur (R 500; T; H; **600**, 850).
Jap (R 500; T; H; **600**, 800).

Fidschi-Inseln:

Taveuni (R 350; M; H; 300, 450, **600**).
Suva (Viti, Levu) (R 500; M; H; 300, 450, **600**).
Labasa (R 525; M; H; 300, 450, **600**).

Frankreich:

Cros de **Cagnes** (westl. v. Nizza) (R 300; Französ. Staat; H; 300).

Änderung:

Ouessant (R 700; Französ. Staat; H; 600).

Gestrichen:

Bizerte (R —; Französ. Marine; H u. S).
Porquerolles (R 200; Französ. Staat; H; 300).

Französisch-Indochina:

Cap Saint-Jacques (südöstlich von Saigon) (R 300; Französ. Staat; H; 300).
Hanoi (R 300; Französ. Staat; S; **300**, 600).
Kien-An (bei Haiphong) (R 300; Französ. Staat; S; **300**; 600).

Französisch-Westafrika:

Dakar (Senegal) (R 1000 tags, 3000 nachts; Französ. Staat; H u. S; 300)
Port Etienne (Mauretanien) (R 1000; Französ. Staat; H; **600**, 900)
Rufisque (Senegal) (R 1000; Französ. Staat; H; **600**, 900).
Conakry (R —; Französ. Staat; H; **600**, 900).
Tabou (Elfenbeinküste) (R —; Französ. Staat; H; 600).

Griechenland:

Athen (R —; M; H; **600**, 900).

Großbritannien:

Aberdeen.
Cleethorpes (südöstlich von Grimsby).
Horsea (bei Portsmouth).
Ipswich.

Pembroke.
Rosyth (westlich von Edinburgh).
Whitehall (London).

Italien:

Neapel (R 450; M; H; 700, **1200**).
Palermo (R 450; M; H; 700, **1200**).
Taranto (R 500; M; H; **1100**, 1500).
Isola Chiesa (Straße v. Bonifacio Insel Maddalena) (R 600; M; H; 980).
Änderung:
Messina (R 50; M; H; 50).
Gestrichen:
Asinara (R 300; M; H; 75, **300**).

Japan:

Fukkikaku (Formosastraße, Formosa) (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).
Dairenwan (Kwantung) (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Madagaskar:

Dzaoudzi (Comoren) (R 800; Französ. Staat; H; 600).
Majunga (R 800; Französ. Staat; H; 600).

Marokko:

Casablanca (R 800; H; 600).
Mogador (R 800; H; 600).
Tanger (R 800; für die Aufnahme Henri Popp, für die Abgabe Rochefort; H; 600).
Rabat (R 200; für die Aufnahme Henri Popp, für die Abgabe Rochefort; H; 450).

Mexiko:

Bacochibampo (bei Guaymas) (R 150; T; H; 480).
Campeche (R bei Tage 600; T; H; **600**, 900.
Isla Maria Madre (R bei Tage 600; T (tönende Funken); H; 600).
Veracruz (R bei Tage 600: T; H; **600**, 900).
Gestrichen:
Cabo Haro (R 150; T; H; 480).

Neuseeland:

Wellington (R 480; T; H; 600).

Niederlande:

Amsterdam (R —; T; H).
Helder (R —; T; H).
Maas (bateau-phare) (R 30; T; H; 400).
Änderungen:
Scheveningue Port (R 800; Gemischtes System; H; **600**, 1650).

Niederländisch-Indien:

Sabang (R 750 tags, 1500 nachts; T; H u. S; 450, **600**).

Norwegen:

Ingö Radio (R 900; T; H; 600).
Spitsbergen (R 900; T; H; 600).
Änderungen:
Flekkerö (R 400 tags, 100 nachts; T; H u. S; 600).
Tjömö (R 400 tags, 100 nachts; T; H u. S; 600).

Österreich-Ungarn:

Änderung:
Pola (R 500; T; H u. S; 600).
Sebenico (R 500; T; H u. S; 300, **600**).

Rußland:

Rouno (R 125; T; H; 300, 420, **600**).
Fort d'Alexandrovsk (R 300; T; H; 300, 420, **600**).
Pétrowsk (R 300; T; H; 300, 420, **600**).
Riga (R 300; T; H u. S; 300, 420, **600**).
Nicolaiewsk (R 450; T; H; 300, **600**).
Petropavlovsk (R 450; T; H; 300, **600**).
Vladivostok (R —; T; H u. S; 360).

Schweden:

Göteborg (R 1200 tags, 2000 nachts; T; H u. S; 600 für die Aufnahme, 1650 für die Abgabe).
Karlskrona (R 800 tags, 1600 nachts; T; H u. S; 600).
Trälleborg (R 500; T; H; 300, **450**, 600).

Spanien:

Aranjuez (R 800; M; H; 300, **600**, 2130).
Barcelona (R 800; M; H; 300, **600**, 2300).
Vigo (R 800; M; H; 300, **600**, 2900).
Cadiz (R 1600; M; H; 300, **600**, 2540).
Las Palmas (R 1600; M; H; 300, **600**, 2540).

Teneriffa (R 1600; M; H; 300, **600,** 2540).
Almeria (R 300; T; H u. S; 300, 600, **900,** 1200).
Barcelona (R 1000; T; H; 600, **1000,** 1500).
Carabanchel (Madrid) (R 750 u. 2000; T; H u. S; **600,** 900, **1600,** 2000, 2500).
Ceuta (R 750; T; H; 600, **1200,** 1500).
Larache (R 500; T; H; 600, **900,** 1200).
Melilla (R 300; T; H u. S; 300, 600, **900,** 1200).

Südafrikanische Union:

Capetown (R 640; M; H; 300, **600**).
Durban (R 460; M; H; 300, **600**).

Tunis:

Bizerte (Französ. Marine); H u. S).

Uruguay:

Banco Ingles (R 100; T; H; 450, **600**).
Cerrito (R 1000; T; H; **600,** 1000, 1250).
Isla de Lobos (R 100; T; H; 450, **600**).

Gestrichen:

Punta del Este (R 1000; M; Morse- u. magnetischer Detektor; **600,** 1700).
Cerro de Montevideo (R 500—700; T; 450, **600,** 800).

Westindien:

Gestrichen:

Jamaica (R 200 tags, 300 nachts; Lepel; H; 600).

Zanzibar:

Pemba (R 160; Lodge-Muirhead; H u. S; 600).
Zanzibar (R 160; Lodge-Muirhead; H u. S; 600).

b) Bordstationen.

In [ ] Klammern = Heimatshafen.

Ägypten:

Mahroussa [Alexandria] (R 560; M; H; 300, **600,** 1200).

Belgien:

Handelsschiffe usw.

Jan Breydel [Ostende] (R ungefähr 100; M; Morseschreiber; 120).
Pieter De Coninck [Ostende] (R ungefähr 100; M; Morseschreiber; 120).

Avenir [Antwerpen] (R 300; M; H; **300**, 450, 600).
Bruxellesville [Antwerpen] (R 300; M; H; **300**; 450, 600).
Elisabethville [Antwerpen] (R 300; M; H; **300**, 450, 600).
Lapland [Antwerpen] (R 300; M; H; 120, **300**, 600).
Leopoldville [Antwerpen] (R 300; M; H; **300**, 450, 600).
Vaderland [Antwerpen] (R 300; M; H; 120, **300**, 600).

Gestrichen:

Prince Albert [Ostende] (R ungefähr 100; M; Morseschreiber; 120).

Brasilien:

Kriegsschiffe.

Alagoas (R 100; M; H; 300).
Parahyba (R 100; M; H; 300).
Rio Grande do Norte (R 100; M; H; 300).
S. Catharina (R 100; M; H; 300).
Bahia (R 200; M; H; 400—1200).
Rio Grande do Sul (R 200; M; H; 400—1200).
Minas Geraes (R 500; M; H; 300—2100).
Parana.
Sergipe.
Carlos Gomes (R 150; T; H u. S; 300).

Gestrichen:

Riachuelo (R 100; T; H u. S; 300).

Canada:

Kriegsschiffe.

Niobe — Rainbow.

Handelsschiffe.

Aberdeen — Canada — Druid [Ottawa] (R 190; M; H; 300).
Quadra [Ottawa] (R 190; Shoemaker; H; 300).
Lady Laurier — Minto — Montcalm [Ottawa] (R 280; M; H; 300).
Stanley — Earl Grey [Ottawa] (R 370; M; H; 300).
Princess Adelaide — Princess Mary [Ottawa] (R 450; M; H; **300**, 600).

Chile:

Kriegsschiffe.

General Baquedano (R —; M) — Merino Jarpa.

Dänemark:

Kriegsschiffe.

Absalon [Kopenhagen] (R 150; M; **300**, 600).
Lossen — Söridderen — Tumleren [Kopenhagen] (R 80; T; **300**, 600).

Änderungen:
Hejmdal — Olfert Fischer — Peder Skram [Kopenhagen] (R 400; H u. S; **300**, 600).

Handelsschiffe:

Loevenörn [Kopenhagen] (R 200; M; H u. S; 300, **600**).
Selandia [Kopenhagen] (R 500; T; H; **300**, 450, 600).

Änderungen:
C. F. Tietgen — Hellig Olav — Oscar II. — United States [Kopenhagen] (R 400; M; H; **300**, 450, 600).

Deutschland:

Kriegsschiffe.

Augsburg — Cöln — Helgoland — Ostfriesland — Thüringen — Breslau — Friedrich der Große — Göben — Kaiser — Kolberg — Magdeburg — Mainz — Moltke — Nassau — Oldenburg — Posen — Rheinland — Straßburg — Titania — v. d. Tann — Westfalen (**300**, 600).

Änderung: Reichweite und System werden bei den deutschen Kriegsschiffen nicht mehr angegeben.

Gestrichen:
Kurfürst Friedrich Wilhelm — Weißenburg (**300**, 600).

Handelsschiffe.

Roland [Hamburg] (R 75; T; H; **300**, 450, 600).
Diedrich — Berthold [Geestemünde] (R 100; T; H; **300**, 450, 600).
Adolf — Edward [Geestemünde] (R 100; Debeg[1]) H; **300**, 450, 600).
Imperator [Stettin] — Seeadler [Bremen] — Senator Schäfer — Senator v. Berenberg — Gosler [Cuxhaven] (R 150; T; H; **300**, 450, 600).
Grete Hugo Stinnes VIII — Heinrich Hugo Stinnes VII — Otto Hugo Stinnes IX — Hilde Hugo Stinnes X [Mülheim (Ruhr)] (R 175; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Adler — Schwalbe — Schwan — Sperber [Bremen] (R 250; T; H; **300**, 450, 600)

1) Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin.



Asgard [Nordenham] (R 300; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Bochum — Dortmund — Mülheim — Utgard — Wangard [Bremen] (R 300; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Regina [Stettin] (R 300; Debeg; H; **300**, 450, 600).
König Wilhelm II. [Hamburg] (R 300; T; H; **300**, 450, 600).
Brandenburg [Bremen] (R 400; T; H; **300**, 450, 600).
Cassel [Bremen] (R 400; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Kaiser Wilhelm II. [Bremen] (R 400; T; H; **300**, 450, 600).
Albingia — Alleghany — Allemannia — Altai — Antonina — Armenia — Bavaria — Barcelona — Dania — Frankenwald — Kamerun — Plata (La) — Präsident — Rhenania — Salamanca — Sarnia — Sardinia — Sibiria — Silvia — Spreewald — Syria — Westerwald — Windhuk [Hamburg] (R 400; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Breslau — Chemnitz — Coburg — Eisenach — Frankfurt — Gießen — Godenfels — Gotha — Hannover — Köln — O. J. D. Ahlers — Willehad [Bremen] (R 400; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Deutschland [Hamburg] (500; T; H; **300**; 450, 600)
Prinz Heinrich — Prinz Regent Luitpold — Schleswig [Bremen] (R 500; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Adelaide — Albany [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Admiral — Alexandra — Wörmann [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Atto [Bremen] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Berengar — Birkenfeld — Bülow [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Bürgermeister [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Cap Finisterre [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Derfflinger [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450; 600).
Düsseldorf [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Elkab — Feldmarschall — Fürst Bismarck [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Fremantle [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Ganelon — Gneisenau — Göben [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
General — Habsburg [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Haimon [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Henny Woermann [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Hohenstaufen [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Holstein [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).

Komet [Rabaul] (R 600; T; H; **300,** 450, 600).
Kronprinz — Kronprinzessin Cecilie [Hamburg] (R 600; T; H; **300,** 450, 600).
Lützow [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Mannheim — Melbourne [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Navarra — Negada — Nikotris — Polynesia [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Prinz Eitel Friedrich — Prinz Ludwig [Bremen] (R 600; T; H; **300,** 450, 600).
Prinzessin — Rhätia — Rhakotis — Rhodopis — Roda — Rugia [Hamburg] (R 600; T; H; **300,** 450, 600).
Roon — Scharnhorst — Seydlitz [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Stephan [Nordenham] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Sydney [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Thessalia — Thuringia [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Victoria Luise [Hamburg] (R 600; Debeg; H; **300**, 450, 600).
Wiegand — York — Zieten [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Pallanza — Pisa [Hamburg] (R 300; M; H; **300**, 450, 600).

Änderungen:

Bremen [Bremen] (R 600; T; H; **300,** 450, 600).
Cap Arcona — Cap Blanco — Cap Ortegal — Cap Roca — Cap Verde — Cap Vilano [Hamburg] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
König Friedrich August [Hamburg] (R 300; T; H; **300**, 450, 600).
Amerika — Blücher — Graf Waldersee — Hamburg — Kaiserin Augusta — Victoria — Moltke — Patricia — Pennsylvania — Président Grant — Président Lincoln [Hamburg] (R 300; M; H; **300**, 600).
Großer Kurfürst [Bremen] (R 400; Debeg; H; **300**, 600).
Prinz August Wilhelm — Prinz Eitel Friedrich — Prinz Joachim — Prinz Sigismund [Hamburg] (R 400; Debeg; H; 300, **450**, 600).
Kaiser Wilhelm II. [Bremen] (R 600; T; H; **300**, 600).

Gestrichen:

Oceana [Hamburg] (R 480; De Forest; H u. S; 300).
Deutschland [Hamburg] (R 300; M; H; 300).
Sarnia — Sibiria [Hamburg] (R 370; De Forest; H u. S; **300**, 600).
Prinz Waldemar [Kiel] (R 90; T; S; 300).
Prinz Sigismund [Kiel] (R 100; T; S; 300).

Frankreich:

Kriegsschiffe.

Amiral Tréhouart — Boutefeu — Mortier — Sape (R **150**; Franzős. Marine; H u. S; 300).
Bien Hoa — d'Estrées — Drôme — Surcouf (R 300; Franzős. Marine; H u. S; 300, **600**).

Gestrichen:
Alger — Liberté.

Handelsschiffe.

Atmah [Le Havre] (R 100; Société française radioélectrique; H; 300).
Marguerite Marie [Arcachon] (R 300; S. fr. radioélectrique; H; 300).
Pacifique [Le Havre] (R 300; S. fr. radioélectrique; H; 300).
Sacha [Arcachon] (R 300; S. fr. radioélectrique; H; 300).
Résolue [Rouen] (R 400; S. fr. radioélectrique; H; 300).
Bachante [Le Havre] (R 300; Comp. Générale radiotélégraphique; H; **300**, 600).
Espagne [Marseille] (R 300; Comp. Générale radiotélégraphique: H; **300**).
Eros — Mustapha — Provence — Sidi-Brahim [Le Havre] (R 300; Comp. Générale radiotélégraphique; H; 300).
France [Le Havre] (R 300; M; H; **300**, 600).
Hudson [Dünkirchen] (R 300; M; H; **300**, 600).
Bretagne [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Canada [Marseille] (R 300—1500; M; H; **300**, 600).
Californie — Caravelle [Le Havre] (R 300—500; M; H; **300**, 600).
Caroline [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Carthage [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Champagne [S. Nazaire] (R 300—1500; M; H; **300**, 600).
Charles Roux [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Chicago [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Duc de Braganza [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Espagne [S. Nazaire] (300—1500; M; H; **300**, 600).
Eugène Pereire [Marseille] (300—1500; M; H; 300).
Floride [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Germania [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Guadeloupe [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Lorraine [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Louisiane [Le Havre] (R 300—500; M; H; **300**, 600).
Madonna [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Manouba [Marseille] (R 300—1500; M; H; **300**, 600).

Maréchal Bugeaud [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Marsa — Medjerda [Cette] (R 300—1000, M; H; **300**, 600).
Mexico [Le Havre] (R 300—500; M; H; **300**, 600).
Montréal [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Navarre [S. Nazaire] (R 300—1500; M; H; **300**, 600).
Niagara [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Pérou — Provence [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Quebec [Le Havre] (R 300—500; M; H; **300**, 600).
Rochambeau [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Roma [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
S. Laurent [Dünkirchen] (R 300—500; M; H; **300**, 600).
Savoie [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
S. Anna [Marseille] (R 300—1500; M; H; **300**, 600).
Timgad [Marseille] (R 300—1500; M; H; 300).
Touraine [Le Havre] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Venezia — Ville d'Alger [Marseille] (R 300—600; M; H; **300**, 600).
Virginie [Le Havre] (R 300—500; M; H; **300**, 600).
Apache [Le Havre] (R 500; Société française radioélectrique; H; 300).
Salta [Marseille] (R 500; Comp. Générale radiotélégraphique; H; **300**, 600).

Änderungen:

Algérie — Formosa — France — Italie — Pampa — Parana — Plata [Marseille] (R 500; Comp. Générale radiotélégraphique; H; **300**, 600).
Ile de France [Marseille] (R 300; Comp. Générale radiotélégraphique; H; **300**, 600).

Gestrichen:

Russie [Marseille] (R 500; Comp. Générale radiotélégraphique; H; 300).
Corte [Marseille] (R 300; Comp. française de télégraphie sans fil; H; 300).

Griechenland:

Kriegsschiffe:

Amfitrite — Aspis — Averof — Doxa — Logchi — Nafcratousa — Niki — Sfendoni — Thyella — Velos (M; H oder H u. S).
Hydra — Psara — Spetzai (T; H u. S).

Handelsschiffe:

Athinai [Piräus] (R 250; M; H; **300**, 450).
Patris [Andros] (R 250; M; H; **300**, 450).

Themistocles [Piräus] (R 250; M; H; **300**, 450).
Macedoine [Piräus] (R 450; M; H; **300**, 450, 600).

Großbritannien:

Kriegsschiffe:

Alacrity — Alert — Bellona — Blanche — Blonde — Bristol — Cadmus — Clio — Collingwood — Colossus — Dartmouth — Enchantress — Espiegle — Falmouth — Glasgow — Gloucester — Halicon — Hebe — Hercules — Hussar — Intrepid — Iphigenia — Leda — Liverpool — Medea — Melbourne — Melpornene — Naiad — Neptune — Newcastle — Niger — Odin — Rosario — Sharpshooter — Skipjack — Spanker — Sphinx — Surprise — S. Vincent — Sydney — Torch — Vanguard — Victoria and Albert — Weymouth — Yarmouth — Zealandia.

Gestrichen:

Bedford — Hood — Renown — New-Zealand — Niobe — Ramillies — Repulse — Resolution — Royal Sorereign.

Handelsschiffe:

Telconia [London] (R 120; M; H; **300**, 600).
Engadine — Empress — Invicta — Omvard — Queen (The) — Riviera — Victoria [London] (R 150; M; H; 150, **300**, 600).
Monarch (R 160; M; H; 300).
British-Sun [Liverpool] (R 200; M; H **300**, 600).
Ramos — Silvertown [London] (R 200; M; H; **300**, 600).
Mersey [Bridgetown] (R 240; M; H; **300**, 600).
Cambria [London] (R 240; M; H; **300**, 600).
Amber [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
Connaught [Dublin] (R 250; M; H; **300**, 600).
Cormorant [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
Electra [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
John Pender [Liverpool] (R 250; M; H; **300**, 600).
Leinster [Dublin] (R 250; M; H; **300**, 600).
Magnet [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
Munster [Dublin] (R 250; M; H; **300**, 600).
Norseman [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
Patrol [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
Recorder [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
Sentinel — Sherard Osborn [London] (R 250; M; H; **300**, 600).
Ulster [Dublin] (R 250; M; H; **300**, 600).

Appalachee — Delaware — Elysia — Levant II — Potomac — Tonawanda [London] (R 270; M; H; **300**, 600).
Cheyenne — Commanchee [Newcastle] (R 270; M; H; **300**, 600).
Haverford — Lackawanna — Merion [Liverpool] (R 270; M; H; **300**, 600).
Parana — Pardo [Belfast] (R 270; M; H; **300**, 600).
Carthaginian — Corinthian — Mongolian — Numidian — Parisian — Pretorian — Sardinian — Sicilian [Glasgow] (R 270; M; H; **300**, 600).
Manitou — Marquette [West-Hartlepool] (R 300; M; H; **300**, 600).
Menominee [Glasgow] (R 300; M; H; **300**, 600).
Mesaba [Liverpool] (R 300; M; H; **300**, 600).
Oslo [Hull] (R 320; M; H; **300**, 600).
Sapphire [London] (R 360; M; H; **300**, 600).
Valhalla [Cowes] (R 360; M; H; **300**, 600).
Aeneas — Afric — Aidian — Ambrose — Anchises — Andorinha — Anselm — Antillian — Argentino — Armenian — Ascania — Ascanius — Asian — Atahualpa — Athenic — Augustine [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Arabia — Assaye [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Arawa [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Armadale Castle [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Athenia [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Arcadian [Belfast] (R 450; M; H; **300**, 600).
Albania — Ansonia [Newcastle] (R 450; M; H; **300**, 600).
Balmoral Castle — Beacon Grange [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Blanca [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Briton [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Belgic — Berwindvale — Burutu [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Ballarat [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Beltana — Berwindmoor — Bohemian [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Calabria — Cameronia — Cassandra — Castalia — Circassia [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Caledonia [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
California — Californian — Canadian — Cestrian — Christopher — Clement — Corinthic [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Carisbrook Castle — Commonwealth [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
China [Belfast] (R 450; M; H; **300**, 600).
Cäsarea [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).

Danube — Dover Castle — Dunluce Castle — Dunvegan Castle — Durham Castle [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Devanha [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Delta [Belfast] (R 450; M; H; **300**, 600).
Dongola [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Derbyshire — Denis — Devonion — Dumcraig [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Demosthenes [Aberdeen] (R 450; M; H; **300**, 600).
Edinburgh Castle — Elmina — Empress of India [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Egypt [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Erinpura [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Falaba — Francis — Franconia [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Gaika — Galeka — Galician — Gascon — German — Goorkha — Goth — Grantully Castle — Guelph [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Galway Castle — Garth Castle — Geelong — Guildford Castle [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Gloucestershire — Gothic — Guatemala [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Grenada [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Gloucester Castle [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Haverford — Hildebrand — Hermione — Hesperides — Honorius — Hyacinthus — Hydaspes — Hypatia — Hilary — Huyana — Hubert — Herefordshire [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Himalaya [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Hantonia [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
India [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Ionic — Irishman [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Italia — Ionian [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Intaba [Aberdeen] (R 450; M; H; **300**, 600).
Karina — Kenilworth Castle — Kildenan Castle — Kinfauns Castle [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Kia Ora [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Letitia [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Laconia — Lanfranc — Leicestershire [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Medina — Moldavia — Mongolia — Mooltan [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Macedonia — Marmora — Maloja [Belfast] (R 450; M; H; **300**, 600).

Marathon — Miltiades — Moravian [Aberdeen] (R 450; M; H; **300**, 600).
Manco — Medic — Monteagle — Mendi — Mexico — Mersey [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Maracas [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Mayaro [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Mamari — Matatua [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Norman — Normannia [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Norsemann [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Narrung — Nonsuch [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Orama — Omrah — Oronks — Orsova — Osterley — Otway [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Oravia — Orcoma — Oriana — Orissa — Orita — Oronsa — Orepsa — Ortega [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Orvieto — Otranto [Belfast] (R 450; M; H; **300**, 600).
Persia — Plassy [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Pancras — Persic — Panama [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Perugia [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Prince Arthur — Prince Georg [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Pakeha [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Quillota [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Runic [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Royal Edward — Royal George — Royston Grange [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Rewa — Rohilla [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Remuera — Rotorua — Ruahine — Ruapehu [Plymouth] (R 450; M; H; **300**, 600).
Rangatira [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Sarnia [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Seal — Scandinavien — Scotian [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Somali — Soudan — Saliette [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Stephen — Suevic — Stephano [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Sutherland Grange [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Tainui [Southampton] [R 450; M; H; **300**, 600).
Tritonia [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Tahiti [Bristol] (R 450; M; H; **300**, 600).
Tarquah [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Turakina [Plymouth] (R 450; M; H; **300**, 600).
Themistocles [Aberdeen] (R 450; M; H; **300**, 600).
Uruguayo (El) [West-Hartlepool] (R 450; M; H; **300**, 600).

Vectis [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Viking (The) [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Vandyk — Vauban — Vestris — Victoria — Victorian [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Walmer Castle — Wakool — Wilcannia [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Warwickshire — Worcestershire — Winifradian [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Waiman [Southampton] (R 450; M; H; **300**, 600).
Zealandic [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Olympic (Liverpool] (R 630; M; H; **300**, 600).
S. Petersburg [Harwich] (R 200; Lodge Muirhead; H; **300**, 450, 600).
Antrim — Donegal [Belfast] (R 240; Lodge Muirhead; H; **300**, 400, 600).
Torbay Scout [Brixham] (R 80; United Wireless; H; 300).
Prince Georg — Prince Rupert [Newcastle] (R 160; United Wireless; H; **300**, 600).
Eskimo [Hull] (R 250; United Wireless; H; **300**, 600).
Calypso [Hull] (R 250; United Wireless; H; **300**, 600).
Ceiba — Yoro [Belfast] (R 250; United Wireless; H; **300**, 600).
London City [West-Hartlepool] (R 250; United Wireless; H; **300**, 600).
Kumeric — Roseric — Luceric — Orteric — Suevic — Salamis [Glasgow] (R 250; United Wireless; H; **300**, 600).
Orotava [Liverpool] (R 300; United Wireless; H; **300**, 600).
Buffalo — Francisco — Marengo [Hull] (R 320; M; H; **300**, 600).
Persia [Glasgow] (R 320; United Wireless; H; **300**, 600).
Vasari — Verdi — Voltaire [Liverpool] (R 350; United Wireless; H; **300**, 600).
Highland Loch — Highland Piper — Highland Warrior [London] (R 400; United Wireless; H; **300**, 600).
Galileo — Idaho [Hull] (R 450; United Wireless; H; **300**, 600).
Anglia — Cambria — Hibernia — Scotia [Dublin] (R 320; Helsby Wireless Telegraph Company; H; **300**, 600).
Carsten Bruun — Erris [Leith] (R 150 tags, 300 nachts; T; H; **300**, 450, 600).
Antilochus — Bellerophon — Cyclops — Keemun — Oanfa — Protesilaus — Teucer — Titan — Talthybius [Liverpool] (R 160; T; H; **300**, 450, 600).
Shropshire — Wiltshire [London] (R 600 tags, 1200 nachts; T; H; **300**, 450, 600).

Argyllshire [Glasgow] (R 400 tags, 800 nachts; T; H; **300**, 450, 600).
Dunothar Castle [Glasgow] (R 600; T; H; **300**, 450, 600).
Sunrise [Cowes] (R 250; privates System; H u. S; 300).

Gestrichen:

Romanic [Liverpool] (R 320; M; H; **300**, 600).
Joseph Vaccaro — Rosina [Liverpool] (R 320; De Forest; H; 300).
Tortona [Newcastle] (R 320; M; H; **300**, 600).
Cambridge — Chelmsford [Harwich] (R 200; Lodge Muirhead; H u. S; **300**, 450, 600).

Änderungen:

Atrato — Cleyde — Magdalena — Tagus — Thames — Trent [London] (R 300; United Wireless; H; **300**, 600).
Zeeland [Liverpool] (R 160; M; H; 110, **300**).
Inanda — Inkosi [Aberdeen] (R 270; M; H; **300**, 600).
Corsican — Grampian — Hesperian — Tunisian — Victorian — Virginian [Glasgow] (R 270; M; H; **300**, 600).
Arabic — Campania — Canada — Carpathia — Cymric — Dominion — Empress of Britain — Empress of Ireland — Lake Champlain — Lake Erie — Lake Manitoba — Lake Michigan — Majestic — Milwaukee — Monmouth — Montcalm — Montezuma — Montfort — Montreal — Mount Royal — Mount Temple — Oceanic — Pannonia — Teutonic — Ultonia [Liverpool] (R 270; M; H; **300**, 600).
Montrose [London] (R 270; M; H; **300**, 600).
Caledonia — California — Columbia — Furnessia [Glasgow] (R 270; M; H; **300**, 600).
Adriatic — Antony — Baltic — Carmania — Caronia — Cedric — Celtic — Floritzel — Ivernia [Liverpool] (R 270; M; H; **300**, 600).
Amazon — Aragon — Araguaya — Asturias — Avon [Belfast] (R 450; M; H; **300**, 600).
Mackay-Bennet — Morea [Glasgow] (R 450; M; H; **300**, 600).
Malwa — Mantua [Greenock] (R 450; M; H; **300**, 600).
Canopic — Cretic — Laurentic — Megantic — Rosalind — Saxonia [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Colonia — Empress of China — Empress of Japan [London] (R 450; M; H; **300**, 600).
Lusitania — Mauretania [Liverpool] (R 450; M; H; **300**, 600).
Oruba [Liverpool] (R 300; United Wireless; H; **300**, 600).

Italien:

Kriegsschiffe.

Agordat — Alpino — Amalfi — Americo Vespucci — Ammiraglio Saint-Bon — Andrea Doria — Aquilone — Aretusa — Artigliere — Benedetto Brin — Bersagliere — Borea — Bronte — Calabria — Carabiniere — Carlo Alberto — Coatit — Corazziere — Dandalo — Dardo — Elba — Emanuele Filiberto — Espero — Etna — Etruria — Euro — Flavio Gioja — Francesco Ferruccio — Freccia — Fuciliere — Fulmine — Garibaldino — Giovanni Bausan — Giuseppe Garibaldi — Goito — Governolo — Granatiere — Iride — Italia — Lampo — Lanciere — Lepanto Liguria — Lombardia — Marco Antonio Colonna — Marco Polo — Minerva — Napoli — Nembo — Ostro — Partenope — Piemonte — Pisa — Pontiere — Puglia — Regina Elena — Regina Margherita — Rè Umberto — Roma — Sardegna Sicilia — Staffetta — Sterope — Strale — S. Giorgio — S. Marco — Trinacria — Tripoli — Turbine — Urania — Varese — Vetto Pisani — Vittorio Emanuele — Volta — Volturno — Vulcano — Zeffiro (M).

Handelsschiffe.

Bologna — Lazio — Minas — Piemonte — Ravenna — Rè Umberto — Sannio — Sardegna — Sicilia — Siena — S. Giorgio — S. Giovanni — Tevere — Toscana [Genua] (R 300; M; H; **300**, 600).

Argentina — Cavour — Citta di Milano — Citta di Torino — Cordova — Garibaldi — Indiana — Italia — Luisiana — Mendoza Savoia [Genua] (R 500; M; H; **300**, 600).

America — Duca d' Aosta — Duca di Genova — Oceania — Principe di Udine — Principe Umberto — Regina Elena — Rè Vittorio — S. Guglielmo [Genua] (R 800; M; H; **300**, 600).

Principessa Mafalda [Genua] (R 1000; M; H; **300**, 600).

Gestrichen:

Liguria — Lombardia [Genua] (R 500; M; H; **300**, 600).

Änderungen:

Ancona — Duca Abruzzi — Europa — Taormina — Verona [Genua] (R 800; M; H; **300**, 600).

Umbria [Genua] (R 500; M; H; **300**, 600).

Principe di Piemonte — Rè d' Italia — Regina d' Italia — Tommaso di Savoia [Genua] (R 300; M; H; **300**, 600).

Japan:

Kriegsschiffe.

Adzuma — Akashi — Aki — Akitsushima — Asahi — Asama — Aso — Chihaya — Chikuma — Chitose — Chiyoda — Fuji — Fushimi — Hashidate — Hizen — Ibuki — Idzumi — Idzumo — Iki — Ikoma — Itsukushima — Iwami — Iwate — Karasaki Kasagi — Kashima — Karuga — Katori — Katsuragi — Kawachi — Kurama — Manshu — Matsuye — Mikasa — Mishima — Mogami — Musashi — Naniwa — Niitaka — Nisshin — Okinoshima — Otawa — Sagami — Satsuma — Settsa — Shikishima — Soya — Sudzuya — Suma — Sumida — Suwo — Takachiho — Tango — Tatsuta — Toba — Tokiwa — Tone — Toyohashi — Tsugara — Tsukuba — Tsushima — Uji — Yakumo — Yamato Yodo.

Handelsschiffe usw.

Amakusa-Maru — America-Maru [Osaka] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Bingo-Maru — Buyo-Maru [Tokio] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Canada-Maru — Chicago-Maru [Osaka] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Kamakura-Maru — Kioyo-Maru — Kobe-Maru [Tokio] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Kasado-Maru [Kure] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Mexico-Maru — Panama-Maru — Seattle-Maru [Osaka] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Sado-Maru — Saikio-Maru — Sanuki-Maru — Shinyo-Maru — Taisei-Maru [Tokio] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Tacoma-Maru — Tainan-Maru [Osaka] (R 1200—2000; Teishinsho; H; 300).

Monaco:

Kriegsschiffe.

Hirondelle [Monaco] (R 700; Lepel; H; **300**, 600).

Niederlande:

Kriegsschiffe.

De Zeven Provincien (R 500; T; H; 300, **600**).

Fret — Wolf (R 150; T; H; 300, **600**).

Zeeland (R 300; T; H; 300, **600**).

Änderungen:

Hertog Hendrik (R 300; T; H; 300, **600**).
Jacob van Heemskerck (R 250; T; H u. S; **300**, 600).
Maarten Harpertz Tromp (R 500; T; H; **300**, 600).

Handelsschiffe usw.

Grotius — Konigin der Nederlanden — Koning Willem I. — Koning Willem III. — Oranje — Prinses Juliana — Rembrandt — Vondel [Amsterdam] (R 300; M; H; 120, **300**, 600 oder **300**, 450, 600).
Goentor — Kawi — Ophir — Potsdam — Rindjani — Sindoro — Tabanan — Tambora — Wilis [Rotterdam] (R 300; M; H; **300**, 450, 600).
Zeelandia [Amsterdam] (R 250; M; H; **300**, 450, 600).
Mecklenburg — Oranje Nassau — Prinses Juliana [Vlissingen] (R 250; gemischtes System; H; **300**, 500).

Gestrichen:

Duitschland — Engeland — Nederland [Vlissingen] (R 250; gemischtes System; H; **300**, 500).

Niederländisch-Indien:

Telegraaf [Sörabaja] (R 700; T; H; 300, **600**, 900).

Norwegen:

Kriegsschiffe:

Tyr — Ellida — Hval — Kobben — Sael — Skrei.

Handelsschiffe:

Haakon VII. [Drontheim] (R **300**; M; H; 300, 450, 600).
Ragnvald Jaol [Drontheim] (R **300**; T; H; 300, 450; 600).
Norvega — Texas [Kristiania] (R 350; United Wireless; H; 300).
Sovereign — Sterling [Kristiania] (R 300; M; H; **300**, 450, 600).
Falkland [Kristiania] (R 300—500; M; H; **300**, 450, 600).
Mexicano [Kristiania] (R 500—600; T; H; **300**, 600).

Änderung:

Kong Harald [Drontheim] (R 100—120; T; H; **300**, 450, 600).

Österreich:

Handelsschiffe:

Atlanta — Columbia — Francesca — Sofia Hohenberg [Triest] (R 600; T; H; **300**, 365, 600).

Kaiser Franz Josef I. [Triest] (R 600 tags, 1200 nachts; T; H; **300**, 450, 600).

Helouan — Wien [Triest] (R 250—400; T; H; **300**, 450, 600).

Mercedes II. [Pola] (R 200—300 tags, 400—500 nachts; Mors; H; 300).

Österreich-Ungarn:

Kriegsschiffe.

Admiral Spaun — Csikos — Dinara — Gäa — Herkules — Huszar — Kaiser Franz Josef I. — Kaiserin u. Königin Maria Theresia — Réka — Scharfschütze — Streiter — Turul — Ulan — Uskoke — Velebit — Wildfang (T; H; 300, **600**).

Portugal:

Kriegsschiffe.

Adamastor — Almirante — Reis — S. Gabriel — S. Rafael — Vasco de Gama (R 270; M; H; 300, 450, **600**).

Handelsschiffe.

Africa — Beira — Lusitania [Lissabon] (R 300; M; H; **300**, 450, 600).

Rußland:

Handelsdampfer.

Koursk [Libau] (R 400; De Forest; H; 600).

Schweden:

Handelsschiffe.

Drottning Viktoria — König Gustaf [Trälleborg] (R 200; T; H; **300**, 450, 600).

Spanien:

Kriegsschiffe.

Carlos V. (R 200—250; T; H u. S; **450**, 550).

Emperador (R 400; T; H; 300, **500**, 600).

Reina Regente (R 600; T; H; 300, **600**, 1000).

Handelsschiffe.

A Lazaro — Barcelo — Cabanal — J. J. Sister — Luis Vives — Vicente Puchol — Vicente Sra Roda — Villarreal [Valencia] (R 360; British Radio; H; **300**, 600).

Alfonso XIII. — Antonio Lopez — Buenos Aires — Leon XIII. — Manuel Calvo — Montserrat — Montevideo — P. de Satrustegui [Barcelona] (R 500; M; H; 300).

Balmes — Legazpi [Barcelona] (R 500; M; H; **300**, 450, 600).

Barcelona — Cadiz — Catalina — Conde Wifredo — Martin Saez — Miguel M. Pinillos — Pio IX. — Valbanera [Cadix] (R 500; M; H; **300**, 450, 600).

Reina Maria — Cristina [Barcelona] (R 800; M; H; 300).

Uruguay:

Kriegsschiffe.

18 de Julio — Maldonado (R 100; T; H; **450**, 600).

Ingeniero (R 100; T; H; 600).

Uruguay (R 250; T; H; **450**, 600).

Montevideo (R 400; T; H; **450**, 600).

Handelsschiffe.

Oyarvide (R 100; T; H; 450, **600**).

Die Verteilung der Stationen auf die einzelnen Länder ergibt die nachfolgende Übersicht der nebenstehenden Tabelle S. 319.

In dem internationalen Verzeichnis der Funkentelegraphenstationen fehlen noch die Angaben für die Land- und Küstenstationen mehrerer Länder, z. B. der Vereinigten Staaten von Amerika, Argentinien, China, ferner für die Bordstationen von Australien, Rußland usw. In den Vereinigten Staaten bestehen zurzeit etwa 140 Küstenstationen und 500 Bordstationen, Argentinien besitzt etwa 60 Bordstationen, China 16 Bordstationen, Australien 47 Bordstationen und Rußland 70 Bordstationen. Die Gesamtzahl der drahtlosen Telegraphenstationen der Welt, soweit sie dem öffentlichen oder dem dienstlichen Verkehr nutzbar gemacht werden, beträgt hiernach gegenwärtig rund 2800, und zwar 430 Küstenstationen und 2370 Bordstationen. Von diesen Stationen entfallen etwa je 40—45 % auf die Systeme Marconi und Telefunken und etwa 15 % auf die übrigen Systeme: De Forest, Fessenden, Lepel, Poulsen usw.

Land	Küsten-stationen	Zahl der Bordstationen auf		Gesamtzahl der Stationen
		Kriegs-schiffen	Handels-schiffen	
Ägypten	1	—	1	2
Australien	2	—	—	2
Belgien	1	—	17	18
Belgisch Kongo	1	—	—	1
Brasilien	11	25	—	36
Britisch Guyana	1	—	—	1
Britisch Indien	10	—	—	10
Britisch Somaliland	2	—	—	2
Bulgarien	1	—	—	1
Canada	32	2	11	45
Chile	4	9	—	13
Cocos Keeling	1	—	—	1
Curaçao	3	—	—	3
Dänemark	8	14	6	28
Deutschland mit Kolonien	22	112	190	324
Fidschi-Inseln	3	—	—	3
Frankreich	17	145	62	224
Französ. Indochina	3	—	—	3
Französ. Westafrika	5	—	—	5
Gibraltar	1	—	—	1
Griechenland	1	13	4	18
Großbritannien	42	213	430	685
Italien	26	77	46	149
Japan	7	65	29	101
Madagascar	2	—	—	2
Malta	1	—	—	1
Marokko	4	—	—	4
Mexiko	7	—	—	7
Monaco	—	1	—	1
Neuseeland	1	—	—	1
Niederlande	6	18	35	59
Niederl. Indien	1	—	1	2
Norwegen	6	18	9	33
Österreich-Ungarn	3	37	8	48
Portugal	5	5	3	13
Rumänien	1	—	5	6
Rußland	19	—	3	22
Schweden	3	27	2	32
Spanien	14	7	27	48
Südafrikan. Union	2	—	—	2
Tunis	1	—	—	1
Uruguay	3	5	1	9
Westindien	4	—	—	4
Zanzibar	2	—	—	2
Zusammen:	290	793	890	2073

O. J.

(Eingesandt 6. Juni 1912.)

Wir entnehmen der D. Verkehrs-Ztg. (vgl. auch Ztschr. für Schwachstr. **6**, 365, 1912) folgendes:

Eine neue italienische Radio-Telegraphenordnung. In Italien ist in Ausführung des Gesetzes vom 30. Juni 1910 über die Radiotelegraphie durch königliches Dekret vom 1. Februar 1912 Nr. 227 ein Reglement, betreffend das Funken Telegraphen- und Fernsprechwesen, erlassen worden. Die Verordnung behandelt in sechs Kapiteln und 21 Artikeln die Abgrenzung der Zuständigkeiten zwischen dem Post- und Telegraphenministerium und dem Kriegs- sowie dem Marineministerium hinsichtlich der einschlägigen Angelegenheiten (Kap. 1), die Errichtung und Zusammensetzung eines ständigen Funken-Telegraphenbeirates (Kap. 2), die Erteilung von Konzessionen an Private zum Betriebe von funkentelegraphischen und telephonischen Verkehrsanlagen (Kap. 3), die Annahmebedingungen und Beschäftigungsverhältnisse des Beamtenpersonals für den bezeichneten Betriebsdienst (Kap. 4), den Betrieb von Bordstationen in den italienischen Küstengewässern (Kap. 5), endlich die Gebühren (Kap. 6). Aus dem Inhalt ist folgendes hervorzuheben:

Der Zuständigkeit des Post- und Telegraphenministeriums unterstehen die Einrichtung und der Betrieb aller für den internen und den internationalen Verkehr geöffneten Staats-Funkentelegraphenanlagen sowie die Überwachung der konzessionierten Privatanlagen im Innern des Landes, endlich die Festsetzung der Tarife für den gesamten Privatverkehr. Dem Kriegsministerium sind in Friedenszeiten sämtliche für den Militärdienst, in Kriegszeiten auch sämtliche für den öffentlichen Privattelegraphenverkehr bestimmten Anlagen unterstellt. Das Marineministerium endlich ist zuständig für alle Küstenstationen, für den Betrieb und die Einrichtung der staatlichen und für die Überwachung der privaten Bordstationen.

Der ständige Beirat für funkentelegraphische Angelegenheiten setzt sich zusammen aus einem der Verwaltung nicht angehörenden Vorsitzenden, einem General- und einem Admiralstabsoffizier, aus dem Direktor der höheren Post- und Telegraphenschule sowie dem zuständigen Ministerialdirektor im Post- und Telegraphenministerium. Die genannten fünf Mitglieder werden durch königliche Ordre ernannt. Außerordentliche Mitglieder ohne entscheidende Stimme können auf Antrag des Vorsitzenden durch Ministerialerlaß jederzeit ernannt werden. Der Sitz des Beirats befindet sich beim Marineministerium. Gegenstände, über die sein Gutachten eingeholt werden soll, sind u. a.: die Ausarbeitung der einschlägigen Betriebsdienstvorschriften, Fragen wissen-

schaftlicher Natur, der Abschluß internationaler Verträge, die Feststellung der technischen Anforderungen für die konzessionspflichtigen Anlagen, die Bedingungen für die Zurückziehung der Konzessionen und für das Vorkaufsrecht des Staates, sowie die Prüfung neuer technischer Systeme.

Die Konzessionen werden durch gemeinsamen Beschluß der drei beteiligten Ministerien erteilt. Sie können erstmalig nicht mit Wirkung über den 16. Februar 1917 hinaus erteilt werden; von da an ist ihre Verlängerung von 5 zu 5 Jahren statthaft. Die Konzessionen werden erteilt für den Betrieb von Anlagen zum privaten und zum öffentlichen Verkehr. Als Privatverkehr gilt dabei der Nachrichtenaustausch zwischen Grundstücken ein und desselben Eigentümers oder zwischen Grundstücken von zwei verschiedenen Eigentümern. Jede Verkehrsvermittelung für Rechnung Dritter ist hierbei ausgeschlossen. Anlagen dieser Art unterliegen einer Konzessionsgebühr von 50 Lire, die jährlich erneut fällig wird. Außerdem hat der Berechtigte eine Kaution in Höhe von ebenfalls 50 Lire zu hinterlegen. Anlagen für den Privatverkehr sind von der Entrichtung der Konzessionsgebühr befreit, wenn der gesamte Grund und Boden zwischen ihnen sich im Privateigentum befindet, oder wenn es sich um Anlagen zu wissenschaftlichen oder Unterrichtszwecken handelt. Die Konzession haftet an der Person des Berechtigten. Sie ist unvererblich und nur mit Einwilligung der Regierung veräußerlich. Konzessionen für den öffentlichen Funken-Telegraphen- und Fernsprechverkehr unterliegen einer vierteljährlich postnumerando zahlbaren Abgabe in Höhe von zehn Prozent der aufkommenden Telegrammgebühreneinnahme. Der Berechtigte hat eine Kaution von mindestens 200 Lire zu stellen.

Das Beamtenpersonal für den Betriebsdienst wird einer besonderen Fachprüfung unterzogen. Die näheren Anordnungen treffen die beteiligten drei Ministerien.

In den Hoheitsgewässern des italienischen Staates ist der Betrieb privater Bordstationen auf Schiffen der Handelsmarine grundsätzlich untersagt. Ausnahmen sind nur zugelassen: beim Verlassen des Hafens, in Fällen der Gefahr zum Herbeirufen von Hilfe oder sonst in dringenden Fällen, letzteres jedoch nur innerhalb der ersten halben Stunde nach Ankerwerfen, endlich in allen Fällen, in denen es dem Schiffer durch höhere Gewalt oder durch gesundheitspolizeiliche Anordnung unmöglich wird, an Land zu gehen.

Die besonderen Funkentelegraphengebühren kommen nur in Anwendung auf solche Telegramme, die mit Bordstationen gewechselt

werden. In diesen Fällen setzt sich die besondere Gebühr zusammen aus der Küsten-, der Bord- und der gewöhnlichen Land-Telegraphengebühr.

E.

(Eingesandt 15. Oktober 1912.)

Briefe an die Redaktion.

(Für die Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Hochfrequenz-Widerstand von Spulen.

Ich konnte infolge Behinderung mich erst kürzlich mit dem Artikel im „Jahrbuch" (4, 481, 1911) von W. Lenz: „Ergänzung zu dem Berichte von J. W. Nicholson über den effektiven Widerstand einer Spule" befassen. In diesem Artikel vergleicht Dr. Lenz meine für den Hochfrequenz-Widerstand von Spulen abgeleiteten Formeln[1]) mit den Formeln von Prof. Sommerfeld und kommt zu dem Schluß, daß meine Formeln für Hochfrequenz nicht brauchbar seien. Dr. Lenz sagt: „So muß man zu dem Schluß kommen, daß die Cohensche Formel für die in der drahtlosen Telegraphie gebräuchlichen Wechselzahlen zu versagen scheint." Dr. Lenz basiert seine Kritik hauptsächlich auf der Tatsache, daß meine Formel keine guten Resultate für kleine Werte von $\frac{2\pi r}{h}$ liefert; er sagt: „Für abnehmende Werte von $\frac{2\pi r}{h}$ wächst dieser Fehler beständig bis er bei $\frac{2\pi r}{h} = 0$ 100 % beträgt, wo allerdings die Cohensche Formel voraussetzungsgemäß nicht mehr gilt."

„Kleine Werte von $\frac{2\pi r}{h}$" bedeutet nun, daß h groß und die Anzahl von Windungen per Längeneinheit klein ist, d. i. selbst für $\frac{2\pi r}{h} = \frac{\pi}{2}$, oder $\frac{r}{h} = \frac{1}{4}$, was aussagt, daß die Windungen einen gewissen Abstand voneinander haben. Wenn Dr. Lenz meine Arbeit sorgfältig geprüft hätte eher er sie kritisierte, so würde er gefunden haben, daß meine Formel speziell unter der Annahme abgeleitet wurde, daß die Windungen eng zusammenliegen und daß sie deshalb nur für diese Bedingung anwendbar bleibt. Ich drückte mich folgendermaßen aus: „Angenommen wir haben ein langes Solenoid und die Windungen liegen dicht zusammen, so daß wir das magnetische Feld innerhalb des Solenoids als überall gleichförmig annehmen können . . . usw." In anderen Worten die Formel wurde abgeleitet auf Grund der Annahme, daß die Windungen fest zusammen liegen, so daß es also keinen Sinn hat, die Formel für den Fall anwenden zu wollen, wo die Windungen erheblich voneinander abstehen.

1) L. Cohen, Bull. Bur. of Stand. 4, 161—178.



Soweit ich sehen kann besteht das ganze Ergebnis von Dr. Lenz darin, zu zeigen, daß für kleine Werte von $\frac{2\pi r}{h}$ meine Formel nicht anwendbar ist. Nach meiner erwähnten ausdrücklichen Voraussetzung konnte also gar nicht erwartet werden, daß meine Formel gute Resultate für kleine Werte von $\frac{r}{h}$ geben würde; wo bleibt also der Angelpunkt für Dr. Lenz' Kritik? Es ist also ganz irrtümlich zu behaupten, daß meine Formel für Hochfrequenz nicht anwendbar sei. Weiterhin aber hat Dr. Lenz meine Formel nicht einmal richtig wiedergegeben. Er zitiert die Formel folgendermaßen:

$$\frac{W}{W_0} = r\sqrt{\frac{\pi n \sigma}{2}}\,\psi$$

$$\psi = \frac{32}{\pi}\left(\frac{r}{h}\right)^2 \sum \frac{1}{b^2}$$

Meine Formel (16) lautet in Dr. Lenz' Bezeichnungen aber:

$$\frac{W}{W_0} = 1 + r\sqrt{\frac{\pi n \sigma}{2}} \cdot \psi = r\sqrt{\frac{\pi n \sigma}{2}}\left\{\frac{1}{r}\sqrt{\frac{2}{\pi n \sigma}} + \psi\right\}$$

Dr. Lenz läßt also den Ausdruck $\frac{1}{r}\sqrt{\frac{2}{\pi n \sigma}}$ fort. Um meine Formel mit derjenigen von Prof. Sommerfeld für größere Werte von $\frac{2\pi r}{h}$, für die meine Formel gilt, zu vergleichen, müßte man die Konstanten r und n kennen; da mir die Daten von Herrn Blacks Versuchen nicht bekannt sind, kann ich den Vergleich momentan nicht vornehmen. Es ist jedoch zu bemerken, daß die Werte von ψ, wie sie in Fig. 2 von Dr. Lenz' Arbeit gegeben sind, etwas kleiner sind als diejenigen nach der Sommerfeldschen Formel, und daß es durchaus wahrscheinlich ist, daß durch Hinzufügen des Gliedes $\frac{1}{r}\sqrt{\frac{2}{\pi n \sigma}}$ zu ψ die Werte in gute Übereinstimmung gebracht werden.

Brant Rock Mass., 21. August 1912. Louis Cohen.
(Nach dem Englischen E.)

Erwiderung.

Die von Herrn Cohen kritisierte Note war auf Veranlassung von Herrn Prof. Sommerfeld von mir geschrieben, mit dem ich mich auch bei der gegenwärtigen Erwiderung in Übereinstimmung befinde.

Herr Cohen greift meine Kritik in zwei Punkten an, und zwar beide Male zu Unrecht. — Denn über den auf enge Wickelung beschränkten Gültigkeitsbereich der Cohenschen Formel hatte ich gleich in der Einleitung zu meiner Note gesprochen, und an der von Herrn Cohen zitierten

Stelle war nochmals darauf hingewiesen. Daß ich Herrn Cohens Kurven trotzdem im ganzen Bereich aufgezeichnet habe, geschah einerseits der Übersichtlichkeit halber, andererseits aber, um diesen Kurven möglichste Gerechtigkeit angedeihen zu lassen. Denn es ergab sich, daß die Cohensche Formel für niedrige Schwingungszahlen außerhalb ihres Gültigkeitsbereichs z. T. leidlich gut stimmte und gerade innerhalb desselben versagte. — Herr Cohen behauptet ferner, von mir falsch zitiert zu sein. Da man es im Hinblick auf die Widerstandserhöhung mit hochfrequenten Strömen nur dann zu tun hat, wenn $2r\sqrt{\pi n \sigma}$ eine große Zahl ist, so ist auch:

$$r\sqrt{\frac{\pi n \sigma}{2}} \cdot \psi = 2r\sqrt{\pi n \sigma} \cdot \frac{\psi}{2\sqrt{2}}$$

groß gegen 1. Bei den erwähnten Blackschen Messungen lag diese Zahl oberhalb 15; es waren gewählt die Versuche mit $r = 0{,}15$ cm, $n = 2\pi \cdot 10^6$ und $r = 0{,}075$ bzw. $r = 0{,}15$ cm und $n = 2\pi \cdot 5 \cdot 10^6$ ($\sigma = 5{,}9 \cdot 10^{-4}$). Herr Cohen wird sich also in seiner Vermutung getäuscht sehen, daß die Berücksichtigung der 1 gegen den obigen Ausdruck den etwa 30 % betragenden Fehler seiner Formel wesentlich verbessere; und er wird mir zugeben müssen, daß die Vernachlässigung der 1 vollkommen berechtigt war.

Die von Herrn Cohen vermißten „Angelpunkte“ meiner Kritik sehe ich nach wie vor in folgendem:

1. Auch in ihrem ausdrücklichen Gültigkeitsbereich (enger Wickelung) versagen die Cohenschen Formeln, wenn man zu den Grenzfällen sehr niedriger und sehr hoher Schwingungszahlen übergeht.

2. Bei mittleren Schwingungszahlen wird die Übereinstimmung mit seinen Meßwerten nur durch ein einigermaßen willkürliches Rechenverfahren erreicht, über das sich Herr Cohen nicht näher ausspricht (vgl. die Anmerkungen meiner Note und deren Schluß).

3. Herr Cohen hat mittels der Sommerfeldschen Formeln nur deshalb eine schlechte Übereinstimmung mit seinen Meßwerten erhalten, weil er den von Sommerfeld ausdrücklich angegebenen Erfahrungskoeffizienten unterdrückt hat. Die in meiner Note angeführten Formeln der späteren strengen Sommerfeldschen Arbeit stimmen mit den Cohenschen Meßwerten natürlich noch besser, während die ganze Anlage der Cohenschen Behandlung eines viel zu schwierig gestellten mathematischen Problems keine Gewähr für den Grad der Annäherung seiner Resultate gibt.

München, Inst. f. theoret. Physik, W. Lenz.
7. Oktober 1912.

(Eingesandt 21. August u. 7. Oktober 1912.)

Jahrbuch

der

drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Band 6. 1913. Heft 4.

Eine Ursache störender Induktion bei Messungen in Hochfrequenzkreisen.

Von **Siegmund Loewe.**

Jeder, der bei Hochfrequenz mit einer empfindlichen Thermoelement- oder Barrettereinrichtung gearbeitet hat, wird störend empfunden haben, daß auch bei geöffnetem Meßkreis das Galvanometer einen mehr oder weniger großen, stark wechselnden Ausschlag zeigt. Besonders auffällig tritt diese Erscheinung bei Stoßerregung hervor. Der Grund derselben liegt, wie im folgenden näher ausgeführt werden soll, in dem Auftreten elektrischer Schwingungen von kurzer Wellenlänge im Primärsystem. Abgesehen von den Meßfehlern, die aus dieser Ursache entspringen können, hat dies insofern allgemeinere Bedeutung, als der Energieverlust durch die zahlreichen, bei Stoßerregung ausgelösten parasitären Schwingungen kurzer Wellenlänge unter Umständen größere Beträge erreichen kann. Bei Luftschiffen erscheint es nicht ausgeschlossen, daß derartige Schwingungen in den Metallteilen der Schiffe zu Funkenbildung und damit zu Explosionen Veranlassung geben.

Die folgenden Versuche wurden im Physikalischen Institut der Universität Jena unter Leitung von Herrn Prof. Dr. M. Wien im Verlaufe einer Arbeit über die erreichbare Genauigkeit bei der Widerstandsmessung in Hochfrequenzkreisen, welche demnächst veröffentlicht werden soll, ausgeführt.

Die Versuchsanordnung (Fig. 1) entsprach durchaus der zur Erzeugung elektrischer Schwingungen durch Löschfunken üblichen.

Von einem kleinen Einankerumformer E wurde ein Boasscher Resonanzinduktor T gespeist, dessen Sekundärwickelung durch die Kapazitäten C_1 auf Resonanz mit der Umformerperiode abgestimmt war. Der Stoßkreis I enthielt eine Serien-Löschfunkenstrecke der



Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, die Kapazitäten C_1, die Selbstinduktion L_1 und einen Ausschalter S in der gezeichneten Anordnung. Der Meßkreis *II* bestand aus der Selbstinduktion L_2, der Kapazität C_2, der Koppelungswindung K und dem Widerstand R. Der Thermoelementkreis *III* enthielt den kurzschließbaren Widerstand w_4 (4 Ω) und den Hitzdraht des Thermoelementes (1 Ω), an welches das Galvanometer angeschlossen war.

Sobald der Kreis *I* in Tätigkeit gesetzt wurde, zeigte sich bei unterbrochenem Meßkreis ein Ausschlag des Galvanometers[1]), der auch bei losester Koppelung zwischen *I* und *II* bis zu 10 Skt. und

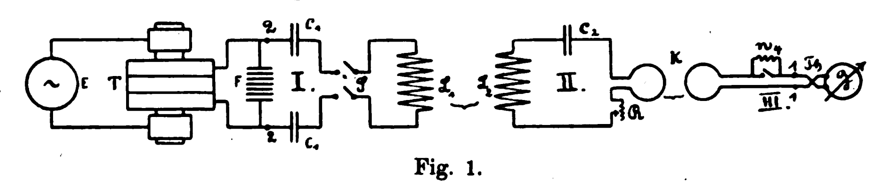


Fig. 1.

darüber betrug. Zur Untersuchung der Ursachen desselben wurden nach und nach diejenigen Teile des Meßkreises und Hilfskreises entfernt, die sich ohne wesentlichen Einfluß auf die Größe des Nullausschlages erwiesen[2]). Die Abschaltung führte bis zu den Punkten 1.1 des Kreises *III* der Fig. 1, so daß also nur noch das Thermoelement mit ganz kurzen Verbindungsdrähten an das Galvanometer angeschlossen war.

Es zeigte sich ferner, daß der Ausschlag außerordentlich gesteigert werden konnte, wenn der Schalter S im Stoßkreis gerade so weit geöffnet wurde, daß zwischen den Kontaktmessern und Federn des Schalters sehr kleine Funken übergingen. Die Löschfunkenstrecke setzte dann vollständig aus bis auf vereinzelte Entladungen, die zur Aufrechterhaltung des Vorganges nötig waren, der sonst bei maximaler Aufladung der Kapazitäten C_1 sein Ende gefunden hätte.

Aufschluß über die Ursachen dieser Ausschläge gab die Tatsache, daß das Einschalten des Widerstandes w_4[3]) nur eine geringe Verkleinerung des Ausschlages bewirkte, obgleich der Ohmsche Widerstand des Kreises *III* dadurch verfünffacht wurde.

Da die Induktanz des Hilfskreises für die Grundwelle von 1470 m nicht viel über 5 Ω betrug, ließ sich berechnen, welche Frequenz

1) Im folgenden mit „Nullausschlag" bezeichnet.

2) Es wurden sogar Vergrößerungen des Ausschlages bei Abschaltung einzelner Teile der Anordnung beobachtet.

3) Der Kreis *III* war wieder angeschlossen worden.

einem den Ausschlag hervorrufenden Wechselstrom zugeschrieben werden mußte, um die hohe Impedanz des Kreises *III* zu erklären.

Eine überschlägige Rechnung ergab, daß die Induktion mit einer Welle von 160 m erfolgen mußte. In einem besonderen, mit der Spule L_1 induktiv gekoppelten Kreis für kurze Wellenlängen (L = ca. 10000 cm, C variabel von $0 - 5{,}5 \cdot 10^{-3}$ MF.) wurde auch sofort mit einem relativ unempfindlichen Hitzdrahtamperemeter (0,5 Amp. Meßbereich) eine Welle von 149 m von erheblicher Intensität aufgefunden. Insbesondere schlug das Instrument bei Öffnung des Schalters S bis zum Übergang kleiner Funken über die volle Skala aus. Die ausgesprochene Abstimmung auf 149 m blieb dabei erhalten. Außerdem zeigten sich aber noch zahlreiche weitere abgestimmte Stromvergrößerungen im Indikatorkreis teils bei kleineren, teils bei größeren Kapazitätswerten. Insbesondere ließen sich sehr kurze Wellen von relativ großer Intensität nachweisen.

Am stärksten ausgeprägt war jedoch die Welle von 149 m. Erdung des Stoßkreises an verschiedenen Stellen hatte keine einheitliche Wirkung auf die Wellen. Einige wurden unterdrückt, andere hervorgehoben, wieder andere blieben gänzlich unverändert. Durch Anschließen eines Drahtstückes von $\lambda/4$ m Länge als freischwingendes Ende an die Spule L_1 ließen sich einzelne zu besonderer Intensität entwickeln.

Um übersichtliche Verhältnisse zu schaffen, wurden nun nach und nach auch alle Teile des Stoßkreises entfernt, mit denen die Erscheinung nicht zugleich verschwand. Zur Kontrolle darüber diente ein Resonanzkreis, der mittels kleiner Schleifen induktiv mit dem jeweiligen Rest der Anordnung gekoppelt war. Gleichzeitig mit diesem Abbau der Anordnung wurde die Zahl der Wellen geringer. Der Ausschlag des Galvanometers stieg aber dabei erheblich; er betrug 50 Skt. und mehr, obgleich Induktor und Funkenstrecke in ca. 7 m Entfernung aufgestellt waren. Diese Vergrößerung war die Folge der durch das Abschalten der Kapazität C_1 gesteigerten Funkenzahl. Die Abschaltung führte bis zu den Punkten 2,2 des Kreises *I* (Fig. 1), so daß also nur die an den Induktor angeschlossene Funkenstrecke übrig blieb.

Die Untersuchung der Ursachen und Eigenschaften dieser kurzen Wellen erfolgte, wie oben erwähnt, im Rahmen einer Arbeit über die erreichbare Genauigkeit bei der Widerstandsmessung in Hochfrequenzkreisen. Die Erscheinung wurde daher nicht nach allen Richtungen hin verfolgt, sondern vor allem insofern, als sie für die Wider-

standsmessung von Bedeutung war. In dieser Hinsicht interessierten folgende Fragen:

1. Welche Schwingungen treten auf?
2. Wie erklärt sich die beträchtliche Intensität der Schwingungen?
3. Welche Mittel gibt es, um sie zu beseitigen bzw. zu unterdrücken?
4. Welchen Einfluß haben sie auf die Messung?

1. Die Ursachen der Schwingungen.

An die Sekundärklemmen des Induktors wurden 3 m lange Kupferdrähte von 1,5 mm Durchmesser angeschlossen und in 25 cm Abstand parallel zueinander zur Funkenstrecke hingeführt (Fig. 2). In der Mitte bildeten beide eine Schleife von 10 cm Durchmesser. Mit einer dieser Schleifen wurde der Indikatorkreis gekoppelt. Letzterer war durch Abstimmung auf einen linearen Sender von bekannter Wellenlänge geeicht. Von der Löschfunkenstrecke wurden nur ein oder zwei Elemente benutzt, die übrigen durch Herausnahme der Glimmerringe kurzgeschlossen; dies geschah, nachdem erkannt war, daß eine äußerst kurze, intensive Welle ihren Ursprung in den nicht benutzten — ohne Herausnahme der Glimmerringe durch einen Kupferdraht kurzgeschlossenen — Elementen genommen hatte, durch welche die Erscheinung bis zur Undurchsichtigkeit kompliziert worden war.

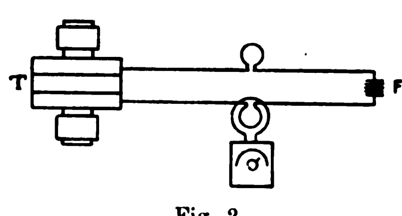


Fig. 2.

In der beschriebenen Anordnung ließ sich zuletzt nur noch eine einzige Welle von 15,5 m Länge nachweisen. Ihr Verlauf ergab sich aus folgenden Versuchen:

Erster Versuch.

Es wurde ein Kondensator von veränderlicher Größe parallel zur Löschfunkenstrecke geschaltet. Die Länge der Welle blieb bei beliebiger Größe des Parallelkondensators ungeändert gleich 15,5 m.

Hieraus war zu folgern, daß die untersuchte Schwingung nicht durch das Löschen der Funkenstrecke ausgelöst wurde und nach dem Löschen verlief, sondern während des Funkens erzeugt wurde und abklang. Denn eine zur Funkenstrecke parallel liegende Kapa-

zität konnte nur solange ohne Einfluß auf die elektrischen Dimensionen des Kreises sein, als sie durch den Funken kurz geschlossen war. Demgemäß mußte auch die Kapazität der Funkenstrecke ohne Einfluß sein. In der Tat blieb die Welle dieselbe, gleichgültig, ob mit einem oder mehreren Elementen der Löschfunkenstrecke gearbeitet wurde. Dagegen wurde die Intensität der Welle durch den Parallelkondensator wesentlich beeinflußt: bis zu einem gewissen Kapazitätswert vergrößert, darüber hinaus verkleinert. Die Verkleinerung erklärt sich durch die schließlich abnehmende Funkenzahl.

Zweiter Versuch.

Es wurde eine Spule von 4250 cm Selbstinduktion an verschiedenen Stellen des Kreises eingeschaltet, einmal nahe bei der Funkenstrecke, und zweitens nahe am Induktor. Es zeigte sich, daß die Verlängerung in beiden Lagen der Spule nicht ganz, aber nahezu gleich war. An der Funkenstrecke ergab sich die Verlängerung um 3,5 $^0/_0$ größer als am Induktor. Wenn man demnach, um nur die Größenordnung von Kapazität und Selbstinduktion im Kreise zu finden, quasistationäre Verhältnisse annahm, so berechnete sich aus der beobachteten Verlängerung die wirksame Kapazität des Kreises zu $1{,}3 \cdot 10^{-5}$ MF. oder 12 cm elektrostatisch, die Selbstinduktion zu 4900 cm.

Dritter Versuch.

Nun wurde an Stelle des Parallelkondensators zur Funkenstrecke (Versuch 1) ein Kondensator möglichst kurz an die Induktorklemmen angeschlossen. Dadurch wird die Anordnung zu einer normalen Schaltung für Stoßerregung, in welcher das System: Induktor mit parallel geschalteter Kapazität, Zuleitungen und Löschfunkenstrecke den Stoßkreis, der Indikatorkreis den Schwingungskreis darstellt. Schon eine Kapazität von wenigen Zentimetern parallel zum Induktor steigerte die Intensität der Welle im Indikatorkreis erheblich, womit gleichzeitig eine Verlängerung verbunden war. Die doppelte Welle war erreicht, wenn $3{,}6 \cdot 10^{-5}$ MF. zum Induktor parallel geschaltet waren. Hieraus ergibt sich wieder die wirksame Kapazität des Kreises: Induktor, Zuleitungen, Funkenstrecke zu etwa $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ MF., in guter Übereinstimmung mit dem in Versuch 2 gefundenen Werte.

Somit verlief die Schwingung in einem nahezu geschlossenen linearen Sender mit geringer Kapazität, bei dem nach Untersuchungen



von Lagergreen[1]) das Strahlungsdekrement das Joulesche bedeutend überwiegt.

Vierter Versuch.

Ein an die Funkenstrecke angehängtes Drahtstück von etwa 4 m Länge wurde durch den Kreis in Resonanz erregt, was an dem Aufleuchten einer am Ende angebrachten Leuchtröhre kenntlich war. Die Abstimmung konnte mit der dem Induktor parallel liegenden Kapazität vorgenommen werden. Bei Verstimmung konnte in dem Draht selbst nur seine Eigenwelle nachgewiesen werden. Isoliert gehaltene Drahtstücke von 1 m Länge, deren eines Ende mit der Funkenstrecke in Berührung gebracht wurde, so daß der Draht wie eine kleine Antenne wirkte, hatten bereits einen merklichen Einfluß auf den Ausschlag. Man konnte deutliche Schwankungen beobachten, wenn man den Draht verschieden neigte. Ganz ähnlich wie diese offenen Drähte mußten aber die Leitungen des Schwingungskreises wirken.

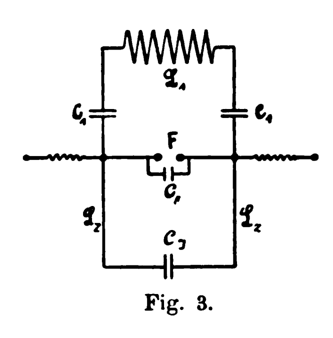


Fig. 3.

Es wurde nun die ursprüngliche Schaltung (Fig. 1) wieder hergestellt. Damit traten auch wieder mehrfache Wellen auf. Dies ist nunmehr verständlich: Statt eines einzigen Schwingungskreises mit der Grundwelle hat man das kompliziert schwingungsfähige System der Fig. 3, in welcher C_J die wirksame Kapazität, L_Z die wirksame Selbstinduktion des Induktors und der Zuleitungen, C_F die Kapazität der Funkenstrecke bedeutet. Die möglichen Schwingungen sind:

a) während der Dauer des Funkens
   1. $L_1\ C_1\ F$ (Grundwelle).
   2. $L_Z\ C_J\ F$ (sehr kurze Wellen).

b) nach dem Erlöschen des Funkens
   3. $L_1\ C_1\ C_F$ (sehr kurze Wellen).[2])
   4. $L_1\ C_1\ L_z\ C_J$ (sehr kurze Wellen).
   5. $L_Z\ C_F\ C_J$ (sehr kurze Wellen).

1) S. Lagergreen, Wied. Ann. **64**, 290, 1898.

2) Dieser Schwingung (genauer der Schwingung $L_1\ C_1\ C_F + C_J$) entsprach die auch bei geschlossenem Schalter S (vgl. S. 327, Absatz 1) beobachtete Welle von 149 m. Die dort beschriebene beträchtliche Vergrößerung des Nullausschlages und des Stromes im Indikatorkreis bei Öffnung des Schal-



Dazu sind die Systeme noch miteinander gekoppelt, so daß Koppelungsschwingungen entstehen. In den Wellen 3 – 5 schwingt die nach dem Löschen noch im Kreise enthaltene Energie aus.

Eine weitere Frage war:

2. Wie erklärt sich die große Energie der Schwingungen?

Durch weitere Versuche wurde festgestellt, daß die große Intensität der kurzen Wellen hauptsächlich drei Ursachen zuzuschreiben war: Erstens der hohen Kapazität der Löschfunkenstrecke, zweitens der sehr harten Stoßwirkung derselben, drittens der schnellen Funkenfolge. Während eine gewöhnliche Meßfunkenstrecke nur eine nach wenigen Zentimetern (etwa 10) zählende Kapazität besitzt, beträgt diejenige eines Elementes der verwendeten Löschfunkenstrecke ca. 300 cm. Die Funkenzahl war entsprechend dem 60periodigen Wechselstrom, mit welchem gearbeitet wurde, mindestens = 120/sec, wahrscheinlich aber infolge von Partialentladungen viel höher. Mit gewöhnlichen Luftfunkenstrecken (Elektroden aus Magnesium, Kupfer, Silber, Zink) wurden ebenfalls Wellen erhalten, nur von viel geringerer Intensität. Es war also nicht zweifelhaft, daß die große beobachtete Intensität die genannten Gründe hatte.

3. Die Unterdrückung der Schwingungen.

Es wurden verschiedene Versuche gemacht, die Intensität der Schwingungen so weit zu schwächen, daß sie für die Messung nicht mehr störend waren. Erdung mußte sich als wirkungslos erweisen. Ebenso versagten aber auch die anderen naheliegenden Mittel: Nasse Fäden als Zuleitungen, Vorschaltfunkenstrecke, Spulen mit Eisenkernen usw., da nur ein Teil der Schwingungen davon betroffen wurde. Als palliativ wirksam erwies sich das Vorschalten von Widerstand vor das Galvanometer unter gleichzeitiger Verstärkung der Koppelung zwischen den Kreisen *II* und *III*. Da sich das Auftreten der Schwingungen nicht prinzipiell vermeiden läßt, so bleibt nur übrig, ihre Intensität nach Möglichkeit zu verringern. Man hat hierzu die Mittel

1. Vermeidung zu harter Stoßwirkung.
2. Verwendung von Funkenstrecken mit möglichst geringer Kapazität.

ters S (in Fig. 3 zwischen C_1 und L_1 zu denken) bis zum Übergang kleiner Funken, wobei die Abstimmung auf 149 m erhalten blieb, erklärt sich durch Ladeschwingungen des Systems $L_1\ C_1\ C_F + C_J$, welche durch den Schalterfunken hervorgerufen werden. Nach voller Aufladung der Kapazitäten C_1 erfolgt durch einzelne Funken an der Löschfunkenstrecke die Entladung, worauf sich der Vorgang wiederholt.



3. Verwendung geringer Funkenzahlen und größerer Funkenlängen.

Es ist nach diesen Gesichtspunkten bei den praktisch ausgeführten Messungen gelungen, die Nullausschläge gegenüber den zur Messung verwendeten verschwindend klein zu machen.

4. Einfluß der Schwingungen auf die Messung.

Das Bedenkliche eines in der beschriebenen Art entstehenden Nullausschlages liegt in folgendem: Seine Größe kann zwar bei geöffnetem Meßkreis ohne weiteres festgestellt werden. Es liegt nahe, einfach diesen Wert von sämtlichen bei der Messung erhaltenen Ablesungen abzuziehen. Dies ist gleichbedeutend mit der Annahme, daß die kurzwellige Induktion bei geöffnetem und geschlossenem Meßkreis die gleiche ist. Diese Annahme ist aber sicher unrichtig, da sowohl eine Verminderung wie eine Vermehrung der Induktion auf den Hilfskreis mit dem Schließen des Meßkreises verbunden sein kann. Bei geschlossenem Meßkreis ist es aber nicht möglich, zu trennen, welcher Teil eines bei der Messung erhaltenen Ausschlages von der Induktion durch die Grundwelle, und welcher von der kurzwelligen Induktion herrührt. Es läßt sich daher nicht mit Sicherheit angeben, welchen Ausschlag man ohne die kurzwellige Induktion erhalten hätte. Zur Vermeidung von Unsicherheiten und Fehlern ist man daher gezwungen, den Nullausschlag so weit wie möglich herabzudrücken.

Zusammenfassung.

Eine bei Hochfrequenzmessungen bekannte Erscheinung besteht in Ausschlägen, die ein Meßinstrument (Thermoelement- bzw. Barretteranordnung mit Galvanometer) selbst dann zeigt, wenn der Schwingungskreis, in welchem Messungen vorgenommen werden sollen, unterbrochen ist und nur der Erregerkreis in Tätigkeit gesetzt wird. Das besonders starke Auftreten dieser Erscheinung bei Stoßerregung mit einer Serienlöschfunkenstrecke bot Veranlassung, die Ursachen derselben näher zu untersuchen. Es ergab sich, daß außer der Grundschwingung im Erregerkreis noch mehr oder minder zahlreiche Schwingungen kürzerer Wellenlänge auftraten, von denen die Induktion auf den Thermoelementkreis und der Ausschlag des Meßinstrumentes herrührte.

Prinzipielle Mittel zur vollständigen Unterdrückung der Schwingungen scheint es nicht zu geben, doch läßt sich ihre Intensität durch oben näher beschriebene Maßnahmen auf einen für Messungen nicht mehr störenden Betrag herabdrücken.

(Eingesandt 11. Oktober 1912.)

Die Wirkungsweise der Erdantennen[1]).

Von **W. Burstyn.**

In der genannten Abhandlung habe ich eine Erklärung für die auf den ersten Blick unwahrscheinliche Tatsache gegeben, daß eine horizontale Erdantenne Strahlungsenergie aufzunehmen vermag, obwohl sie senkrecht auf den Niveauflächen der ankommenden Strahlung steht. Der Vorgang wurde darauf zurückgeführt, daß die Antenne zusammen mit ihrem Spiegelbilde, welches von der Oberfläche des Grundwassers (und nicht von der Erdoberfläche) geliefert wird, ein Paar von Dipolen bildet. Es wurde daraus abgeleitet, daß eine Erdantenne nur an solchen Stellen wirken kann, wo das Grundwasser in nicht zu geringer und nicht zu großer Tiefe steht und die darüberliegenden Erdschichten eine möglichst geringe Leitfähigkeit besitzen.

Inzwischen habe ich gefunden, daß eine derartige Zusammensetzung der oberflächlichen Erdschichten zwar die günstigste, aber nicht die einzige ist, welche für die Anwendung der Erdantenne vorausgesetzt werden muß. Es genügt vielmehr — und dieser Fall ist mindestens ebenso häufig —, daß die Erde bis in größere Tiefen ein mittleres Leitvermögen besitzt, also die elektrischen Wellen stark absorbiert. Über einem solchen Gelände stehen bekanntlich[2]) die elektrischen Kraftlinien (in beistehender Figur durch punktierte Linien angedeutet) der von einem weit entfernten Sender herrührenden und im Sinne des Pfeiles fortschreitenden Wellen nicht senkrecht zur Erdoberfläche, sondern bilden mit der Vertikalen einen Winkel α. Unter der Erdoberfläche ist der Einfallswinkel β entsprechend dem Brechungsgesetze größer.

Die Folge davon ist, daß die Antenne nicht senkrecht, sondern schräg auf die Niveaufläche der Kraftlinien steht, also eine Komponente derselben aufzunehmen vermag, genau so wie ein schräg gezogener Luftdraht über einer gut leitenden Erdoberfläche. Der für die Komponente maßgebende Winkel ist, gleichgültig ob die Antenne eine etwas höhere oder niedrigere Lage einnimmt, weder α noch β, sondern liegt zwischen beiden, wahrscheinlich näher α. Er entspricht nämlich dem mittleren Winkel, unter welchem sich das Strahlungsfeld der (als Sender gedachten) Erdantenne mit dem ankommenden Felde in Luft und Erde schneidet. Ein Optimum für die Aufnahmefähigkeit der

1) Ergänzung zur Abhandlung im Jahrbuch Bd. 6, Heft 1, S. 10.

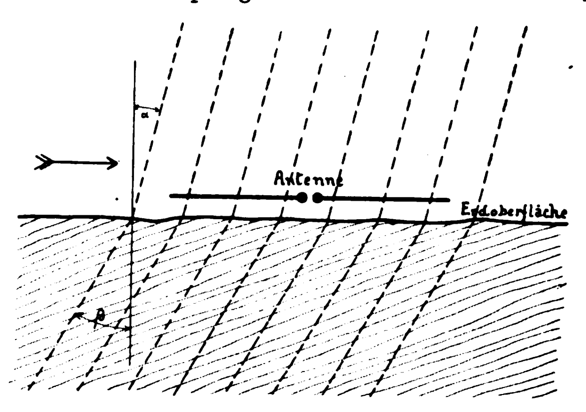
2) Siehe z. B. Zenneck, Leitfaden der drahtlosen Telegraphie, 1909, Fig. 308.



Antenne wäre zu erwarten, wenn dieser Winkel 45° beträgt. Ob jemals und unter welchen Bedingungen diese Größe erreicht wird, müßte von einem Mathematiker untersucht werden.

Die Richtungswirkung der Erdantenne ist ohne weiteres klar; denn würde sie in derselben horizontalen Ebene um 90° verdreht sein, so würde sich für sie trotz der Schrägheit des Kraftfeldes keine Komponente ergeben.

Die Erdantenne wurde — im Gegensatze zur früheren Abhandlung — diesmal zunächst als Empfänger betrachtet. Reziprozität zwischen Sender und Empfänger ist auch bei den hier besprochenen



Vorgängen anzunehmen. Selbstverständlich strahlt aber eine symmetrische Erdantenne nach beiden Richtungen gleichmäßig. Sie ist nichts anderes als ein Grenzfall des doppelten geknickten Senders für gerichtete Telegraphie nach Marconi, und die für solche Sender von Zenneck[1]) gegebene, für diese wohl nicht ausschließlich zutreffende Erklärung, dürfte hier vollkommene Gültigkeit besitzen.

Die beiden Fälle, daß die Wirkung einer Erdantenne durch Reflexion am Grundwasserspiegel, und daß sie durch Absorption in den oberen Erdschichten zustande kommt, sind nicht scharf zu trennen, sondern gehen stetig ineinander über. Die Fortpflanzung der Energie von der Sendestation erfolgt aber in beiden Fällen, ebenso wie beim gewöhnlichen Luftdrahte, nicht durch die Erde, sondern durch die Luft. Aus diesem Grunde kann auch die Erdantenne nicht die erhoffte vollständige Freiheit von atmosphärischen Störungen bieten.

1) Leitfaden der drahtlosen Telegraphie, 1909, S. 319ff.

(Eingesandt 1. September 1912.)

Über einige Schwingungsvorgänge in einem System von drei miteinander gekoppelten Kondensatorkreisen.

Von **F. Müller.**

Experimenteller Teil[1]).

Der experimentelle Teil dieser Arbeit bestand in der Aufnahme in bekannter Weise von Resonanzkurven. Im folgenden sind diese Kurven für verschiedene Einzelfälle wiedergegeben und diskutiert.

Die Kapazität des Primärkreises bestand meistens aus zwei kleinen Siemensschen Flaschen und betrug 1000 cm. Im Tertiärkreis wurde zuerst ein Ölkondensator eigener Konstruktion verwendet; in dem Abschnitt C und folgenden wurde dieser durch einen Boasschen zylindrischen Drehkondensator mit Ölfüllung ersetzt. Die Wellenlänge der aufeinander abgestimmten Kreise I und III betrug 160 m; somit deren Selbstinduktion, welche aus zwei Spulen bestand, 6480 cm. Der Koppelungskreis II besaß in ähnlicher Weise zwei in Serie geschaltete Selbstinduktionsspulen von ein und derselben Größe, und eine dritte, aus einer Windung bestehende, kleine Selbstinduktion, welche zum Induzieren auf einem Meßkreise diente. In diesem war ein Drehplattenkondensator eingeschaltet, und parallel zum letzten ein zweiter, von kleinerer absoluter Kapazität, welcher bei Messung kleiner Dämpfungen Verwendung fand. 200° des kleinen Kondensators entsprachen 3,8° des großen.

Die 3 Kreise sind aufeinander abgestimmt.

In diesem Falle erhält man, wenn der Primärkreis (s. frühere Fig. 1) allein auf den Meßkreis induziert, Kurven mit drei Maxima, so wie in Fig. 8 abgebildet (obere Kurve).

Die drei Maxima entsprechen den drei von der Theorie vorausgesetzten Koppelungsfrequenzen. Nimmt man an, daß die Lage eines jeden Maximums ungefähr den Wert der entsprechenden Koppelungsfrequenz bestimmt, so muß das mittlere Maximum der natürlichen gemeinschaftlichen Frequenz des Primär-, sowie Tertiärkreises entsprechen. In Wirklichkeit entspricht das mittlere Maximum dem Teilstrich 52 des Drehkondensators; das Maximum der Resonanzkurve des freien Primärkreises dem Teilstrich 52,5.

1) Theoretischen Teil s. Jahrb. 6, 13, 1912; auch Journ. d. Russ. Phys. Ges. 43, 25, 111, 1911.

Da der Koppelungskreis symmetrisch zu den äußeren Kreisen angebracht war, so konnte angenommen werden $k_1 = k_2$; somit:

$$k = k_2 \sqrt{2}$$

Aus der Lage der drei Maxima der oberen Resonanzkurve erhalten wir (s. Theorie):

$$\frac{x_{10}}{n} = 0{,}954, \qquad \frac{x_{30}}{n} = 1{,}057$$

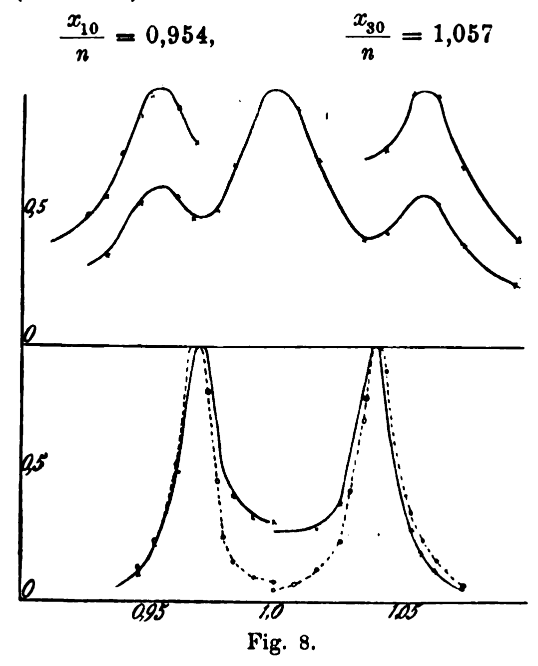


Fig. 8.

Für k erhält man dann aus Formeln III, wo $\frac{n_1}{n} = 1$ zu setzen ist:

aus x_{10} und n	0,099
„ x_{30} „ n	0,105
„ x_{10} „ x_{30}	0,102
Mittel	0,102

Von den zwei anderen Kreisen aus erhält man Resonanzkurven mit zwei Maxima anstatt drei, wie es die Theorie verlangt, für den Tertiärkreis (ausgezogene untere Kurve von Fig. 8) und ganz ähnliche Kurven für den Sekundärkreis (gestrichelte Kurve von Fig. 8). Diese Erscheinung läßt sich in einfacher Weise auf Stoßerregung zurückführen; denn reist der Funke dann ab, wenn ein großer Teil der anfänglichen Energie auf den Tertiärkreis übergegangen ist, so entsteht

von da ab der pendelartige, mit zwei Koppelungsfrequenzen verknüpfte Energieaustausch zwischen den zwei übrigen Kreisen. Da für die Größe der Koppelung jetzt k_2 maßgebend ist, so sind die zwei Maxima jetzt viel näher herangerückt, als die äußeren Maxima der oberen Kurve von Fig. 8.

In unserem Falle einer symmetrischen Anordnung ist, wie schon bemerkt:

$$k = k_2 \sqrt{2}$$

Diese Formel läßt sich in sehr einfacher Weise prüfen. Aus der Lage der beiden Maxima der Resonanzkurve des Sekundärkreises erhalten wir für die beiden Koppelungsfrequenzen n_1' und n_2' des Schwingungsvorganges der unteren Kurven von Fig. 8 folgende Werte:

$$n_1' = 0{,}968, \qquad n_2' = 1{,}04$$

daher für die Koppelung k_2:

$$k_1 = k_2 = 0{,}0728$$

somit:

$$k = k_2 \sqrt{2} = 0{,}103$$

was gut mit der auf anderem Wege oben erhaltenen Zahl übereinstimmt.

Der Koppelungskreis ist zu den beiden äußeren Kreisen verstimmt.

In diesem Falle, ebenso wie im vorhergehenden, findet auch allgemein Stoßerregung statt. Die Resonanzkurven des Primärkreises besitzen dann zwei Maxima, so wie in der Fig. 13 abgebildet, welche den zwei von der Theorie für diesen Fall vorausgesetzten Koppelungsfrequenzen entsprechen. Die Resonanzkurven des Sekundär-, sowie Tertiärkreises besitzen dagegen nur ein spitzes Maximum; entsprechen also schwach gedämpften Schwingungen einer bestimmten Periode.

Im folgenden wird gezeigt werden, daß diese Schwingungen an Periode und Dämpfung den Eigenschwingungen des Tertiärkreises entsprechen; denn führt man einen Zusatzwiderstand in den Sekundärkreis ein, so ändert sich weder die Dämpfung des Sekundär-, noch des Tertiärkreises; führt man dagegen diesen Widerstand in den Tertiärkreis ein, so ändern sich beide Dämpfungen um denselben Betrag, welcher gleich dem Zusatzdekremente ist, den der Tertiärkreis dadurch erfährt.

Ändert man in gewissen Grenzen die Periode des Tertiärkreises, so verschiebt sich das Maximum der Resonanzkurve um ebensoviel.

Die Ergebnisse fallen ganz ähnlich aus für den Fall, wo die natürliche Frequenz des Koppelungskreises kleiner, als für den, wo sie größer ist, als die Eigenfrequenz der beiden abgestimmten äußeren Kreise.

A. Einfluß der Schwingungsdauer des Koppelungskreises und Koppelung.

Da es praktisch von Wichtigkeit ist festzustellen, bei welcher Schwingungsdauer des Sekundärkreises und welchen Koppelungswerten k_1 und k_2 die Löschwirkung am günstigsten ausfällt, wurde eine

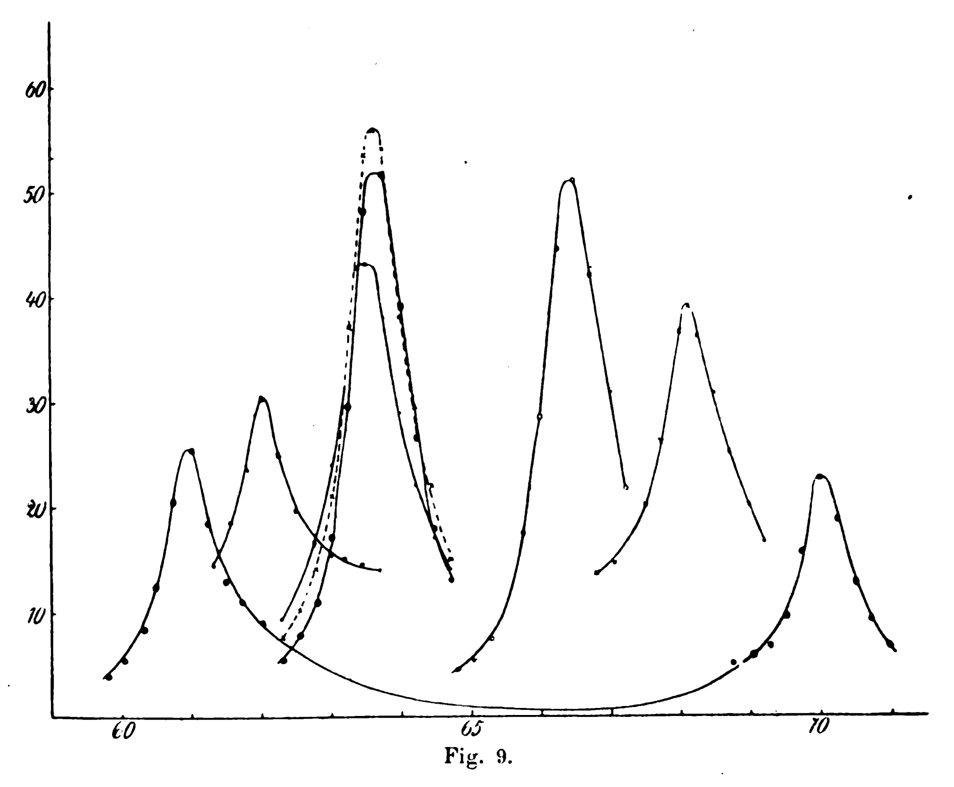


Fig. 9.

Reihe von Resonanzkurven des Tertiärkreises aufgenommen bei Variierung der sekundären Kapazität und der Koppelungen k_1 und k_2. Es wurde bei einer bestimmten Kapazität des Boasschen Drehkondensators, welcher bei dieser Versuchsreihe in den Sekundärkreis eingeschaltet war, die Größen k_1 und k_2 stetig verändert, bis im Meß-

kreis ein maximaler Ausschlag entstand. Für einen jeden Kapazitätswert wurde dann eine Resonanzkurve aufgenommen. Diese Schar von Resonanzkurven ist in Fig. 9 enthalten. Selbstverständlich wurde dabei die Koppelung zwischen Tertiär- und Meßkreis konstant gehalten.

In der Fig. 9 bezieht sich die Kurve mit den zwei Maxima auf den Resonanzfall, wo der Koppelungskreis auf die beiden äußeren Kreise abgestimmt ist. Dieser Fall ist oben diskutiert. Schon bei geringer Verstimmung des Koppelungskreises entwickelt sich der eine Teil immer mehr, indem er zugleich immer mehr sich der Resonanzlage nähert. Diese entsprach dem Teilstrich 65°, was durch Abstimmung des Meßkreises auf den Primärkreis aus einem besonderen Versuch gefunden wurde. Die Kurven links von der Resonanzlage entsprechen folgenden Kapazitätswerten des Sekundärkreises, respektive 1065 cm (Resonanzkapazität), 1420 cm, 2535 cm, 3130 cm und 4130 cm von links nach rechts gerechnet. Die Kurven rechts zur Resonanzlage entsprechen in ganz ähnlicher Weise von rechts nach links gerechnet den Kapazitätswerten 1065 cm (Resonanzkapazität), weiter 825 und 550 cm. Der größte Effekt tritt also bei einer Kapazität ein, welche zwischen dem 3- und 4fachen der Resonanzkapazität liegt.

Was die günstigste Koppelung anbetrifft, so war diese in allen Fällen, außer dem Resonanzfall, beinahe konstant und erwies sich als $k = \sqrt{k_1^2 + k_2^2} = 0{,}255$. Im Resonanzfall $C_{II} = 1065$ cm ist die Koppelung etwas kleiner.

B. Abhängigkeit der günstigsten Koppelung von der Funkenlänge.

Diese Koppelung, welche in der Wienschen[1]) Stoßerregungsmethode (mittels Geißlerröhre) in starkem Maße von der Funkenlänge abhängt, erwies sich als konstant bei Variierung der Funkenlänge zwischen 2 und 6 mm. In folgendem wurde sie für sämtliche Versuche als 0,255 angenommen.

C. Resonanzkurven des Tertiärkreises.

Für die Möglichkeit einer praktischen Verwendung dieser Stoßerregungsmethode mußte zuerst gezeigt werden, daß die Resonanzkurven des Tertiärkreises auch wirklich den theoretischen Kurven entsprechen; also dasselbe Resultat ergeben, wie die Wiensche Stoßerregungsmethode. Zu diesem Zwecke wurde mit dem kleinen Kon-

1) M. Wien, Jahrb. 4, 135, 1910.

densator des Meßkreises für Feineinstellung eine Reihe von Resonanzkurven aufgenommen bei entsprechender Variation der Funkenlänge und tertiären Kapazität in der Nähe der Resonanzlage. In sämtlichen weiter unten beschriebenen Versuchen bestand die Kapazität des Sekundärkreises aus fünf kleinen Leydener Flaschen, welche zusammen 2500 cm betrug. Diese Kapazität war also etwas kleiner als die günstigste im vorhergehenden Abschnitt ermittelte Kapazität. Im Tertiärkreis war der Boassche Drehkondensator eingeschaltet, dessen Resonanzkapazität zwischen 32° und 34° schwankte. Diese Schwankungen hängen von der verwendeten Funkenlänge ab.

Die Messungen ergaben folgendes. Bei kurzen Funken, 2—4 mm, erhält man regelmäßige Resonanzkurven bei Werten von C_{III}, die sich wenig von der Resonanzkapazität unterscheiden; bei längeren Funken muß die Kapazität größer genommen werden. Bei richtiger Wahl der Kapazität des Tertiärkreises erhält man für alle Funkenlängen im Bereiche von 2—8 mm sehr regelmäßige Resonanzkurven mit ein und derselben Dämpfung.

In der Tabelle 1 bezeichnet F die Funkenlänge in mm gemessen; C_{III} die Einstellung des Boasschen Drehkondensators; $\gamma_{III} + \gamma_M$ bedeutet Summe der Dekremente des Tertiär- und Meßkreises. Die oberen Zahlen unter $d = 80$ cm bedeuten, daß dort der Abstand zwischen Tertiär- und Meßkreis 80 cm betrug; in der zweiten Reihe 70 cm.

Tabelle 1.

F	C_{III}	$\gamma_{III} + \gamma_M$	
	$d = 80$ cm		
4	34°	0,0294	
4	35°	0,0294	
6	36°	0,0288	Mittel 0,029
6	36°	0,0293	
6	35°	0,0301	
8	37°	0,0298	
8	36°	0,0298	
	$d = 70$ cm		
3	34°	0,0291	
			Mittel 0,029
4	35°	0,0306	
8	37°	0,0288	

Die Resonanzkurve der Fig. 10 bezieht sich auf $F = 6$ mm und $C_{III} = 37°$ des Boasschen Drehkondensators.

Die Zahlen der Tabelle 1 sind Mittelwerte aus vier Messungen,

welche für die Ordinate resp. 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 nach der bekannten Formel:

$$\gamma_{III} + \gamma_M = \pi \frac{\Delta C}{C_R} \sqrt{\frac{y}{1-y}}$$

berechnet wurden; dabei ist C_R die Resonanzkapazität und ΔC die Variation dieser Größe entsprechend y. Auf der Abszissenachse der Fig. 10 sind die Größen $\frac{\Delta C}{C_R}$ aufgetragen.

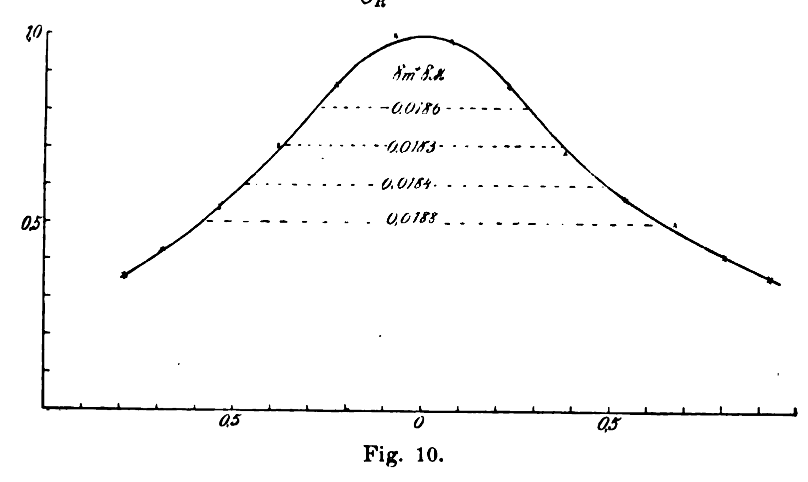


Fig. 10.

In der Kurve der Fig. 10 erscheint der absteigende Ast etwas weniger geneigt als der aufsteigende, was eine Folge der Reaktion des verstimmten Koppelungskreises ist. Diese geringe Unregelmäßigkeit, welche übrigens nur bei stark vergrößertem Maßstabe der Abszissen zum Vorschein tritt, hat keinen merklichen Einfluß auf die Dekrementenwerte; bei noch größerer Verstimmung des Sekundärkreises würde dieser Einfluß unmerklich werden. Es ist noch nennenswert, daß die regelmäßigsten Resonanzkurven bei Werten der Tertiärkapazität erhalten werden, welche mit der Resonanzkapazität oder größeren Werten derselben zusammenfallen; bei kleineren Werten, wie man später sehen wird, erhält man keine gute Stoßerregung.

Daß die sich aus den Resonanzkurven ergebenden Dämpfungswerte auch wirklich den natürlichen Dekrementen entsprechen, könnte man beispielsweise dadurch prüfen, daß man den Tertiärkreis in der Wienschen Methode erregte; das Übereinstimmen beider Resultate würde somit den erforderlichen Beweis erbringen. Ich verfuhr in-

dessen in einer anderen Weise. Es wurde ein Ohmscher Widerstand in den Tertiärkreis eingeschaltet, dieser Kreis auf den Primärkreis abgestimmt und eine Resonanzkurve aufgenommen, dann wurde derselbe Widerstand in den Meßkreis eingeführt und nach wiederholter Abstimmung des Tertiärkreises wieder eine Kurve aufgenommen. Wenn man die durch die Variierung der Kapazität des Tertiärkreises hervorgerufene Veränderung des Dekrementes dieses Kreises berücksichtigt, so müssen beide Resultate übereinstimmen. Ein Versuch bestätigte diese Voraussetzung. Die Summe der beiden Dekremente ist unabhängig von der Lage des Zusatzwiderstandes.

D. Resonanzkurven des Primär- und Tertiärkreises.

Ein anschauliches Bild des Schwingungsvorganges erhält man nur dann, wenn man gleichzeitig die Resonanzkurven aller drei Kreise untersucht. Im folgenden sind solche Messungen unternommen, auf

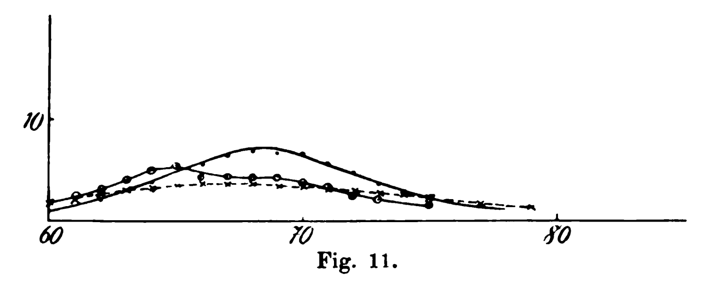


Fig. 11.

Grund deren weiter unten eine eingehendere Beschreibung der Erscheinungen gegeben wird. Diese Resonanzkurven wurden bei verschiedenen Funkenlängen, welche zwischen 2 und 8 mm lagen, und bei verschiedenen Kapazitätswerten des Tertiärkreises aufgenommen.

Resonanzkurven des Primärkreises.

In der Fig. 11 entsprechen die verschiedenen Kurven folgenden Einstellungen des im Tertiärkreis sich befindenden Drehkondensators:

× entspricht $C_{III} = 32^0$,

● „ $C_{III} = 34^0$,

⊙ „ $C_{III} = 28^0$.

$F =$ mm

Auf der Abszissenachse sind die Grade des Meßkondensators aufgetragen; dasselbe gilt auch für die folgenden Kurven.

Aus den Kurven der Fig. 11—14 sieht man, daß diese allgemein zwei ungleich entwickelte Maxima besitzen. Stoßerregung findet dann



statt, wenn das linke Maximum ebenso entwickelt wie das rechte oder höher ist. Ist das rechte Maximum höher, so findet keine Stoß-

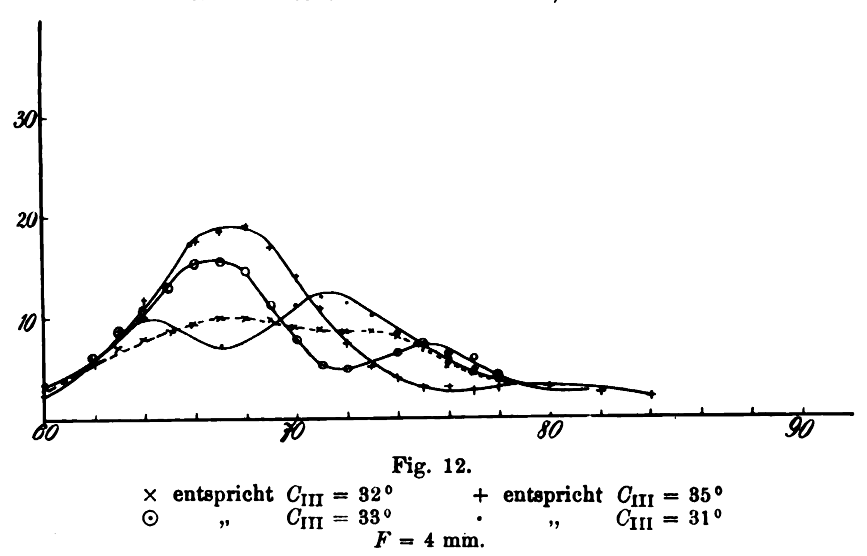


Fig. 12.

× entspricht $C_{III} = 32°$ + entspricht $C_{III} = 35°$
⊙ „ $C_{III} = 33°$ · „ $C_{III} = 31°$
$F = 4$ mm.

Fig. 13.

· entspricht $C_{III} = 31°$ ⊙ entspricht $C_{III} = 34°$
× „ $C_{III} = 33°$ + „ $C_{III} = 36°$
$F = 6$ mm.

erregung statt. Für kürzere Funken ($F = 2$ und 4 mm) verflacht sich die Resonanzkurve dann, wenn man in das Gebiet gleicher Maxima gerät.

Die regelmäßigsten Kurven besonders für längere Funkenlängen erhält man dann, wenn der linke Teil höher als der rechte ist, was ein Vergleich der Zahlen von Tabelle 1 mit denjenigen der Kurven

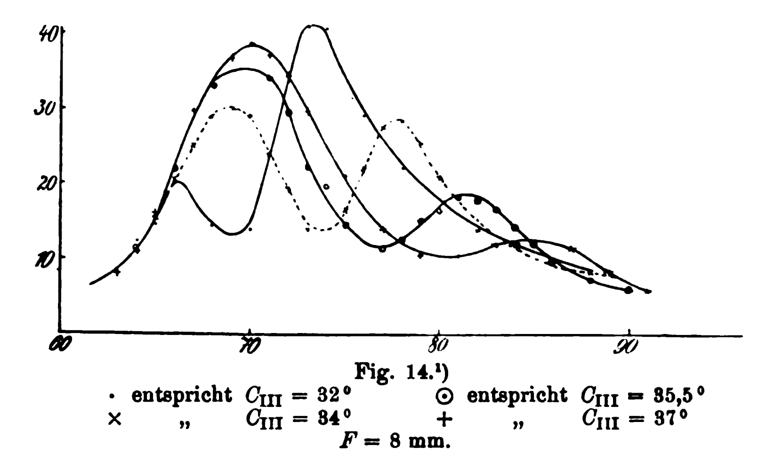


Fig. 14.[1])

· entspricht $C_{III} = 32°$ ⊙ entspricht $C_{III} = 35{,}5°$
× „ $C_{III} = 34°$ + „ $C_{III} = 37°$
$F = 8$ mm.

Fig. 11—14 zeigt. Die kräftigste Stoßerregung erhalten wir dagegen dann, wenn beide Teile der Resonanzkurve gleich stark entwickelt sind oder bei kurzen Funken bei einer Verflachung der Resonanzkurve.

Resonanzkurven des Tertiärkreises.

Die Fig. 15—18 enthalten die entsprechenden Resonanzkurven des Tertiärkreises, welche ebenso wie die des Primärkreises für verschiedene Werte der tertiären Kapazität und Funkenlängen gelten.

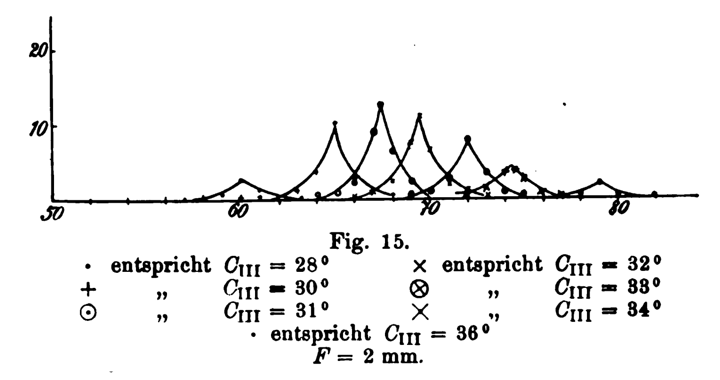


Fig. 15.

· entspricht $C_{III} = 28°$ × entspricht $C_{III} = 32°$
+ „ $C_{III} = 30°$ ⊗ „ $C_{III} = 33°$
⊙ „ $C_{III} = 31°$ ╳ „ $C_{III} = 34°$
· entspricht $C_{III} = 36°$
$F = 2$ mm.

1) Ähnliche Kurven erhielt M. Wien bei Verstimmung zweifach gekoppelter Systeme; s. M. Wien, Ann. Phys. 25, 7, 1908.

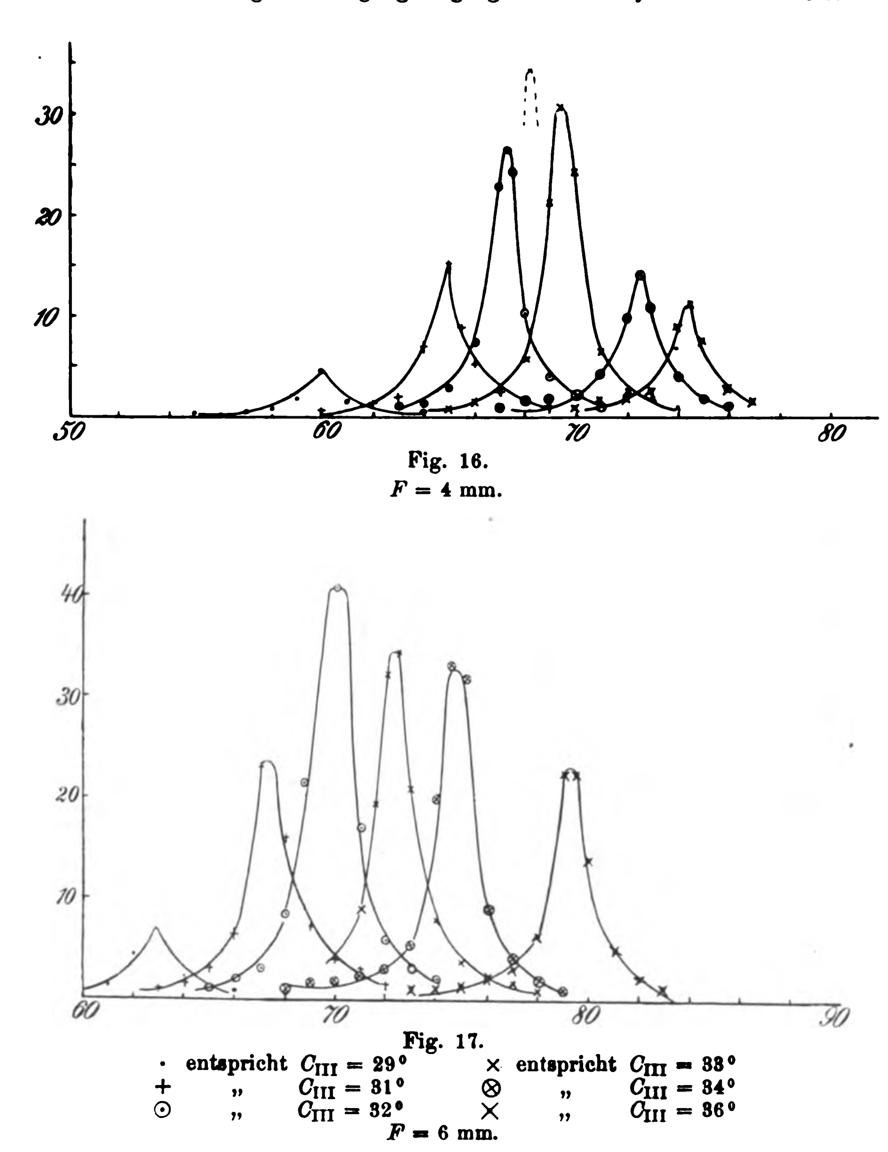


Fig. 16.
$F = 4$ mm.

Fig. 17.

·	entspricht	$C_{III} = 29^\circ$	×	entspricht	$C_{III} = 33^\circ$
+	„	$C_{III} = 31^\circ$	⊗	„	$C_{III} = 34^\circ$
⊙	„	$C_{III} = 32^\circ$	✕	„	$C_{III} = 36^\circ$

$F = 6$ mm.

Die Bezeichnungen verschiedener Kurven sind hier dieselben wie für $F = 2$ mm.

Alle diese Kurven zeigen, daß im Tertiärkreis auch bei bedeutender Verstimmung desselben gute Stoßerregung stattfindet. Die im Tertiär-

kreis erregten Schwingungen besitzen eine von den Eigenschwingungen dieses Kreises durch die Koppelung k_2 etwas abgeänderte Periode; denn ändert man die Kapazität des Drehkondensators um einen bestimmten Betrag, so verschiebt sich jedesmal das Maximum der Resonanzkurve um ebensoviel. Die Kurve mit dem größten maximalen

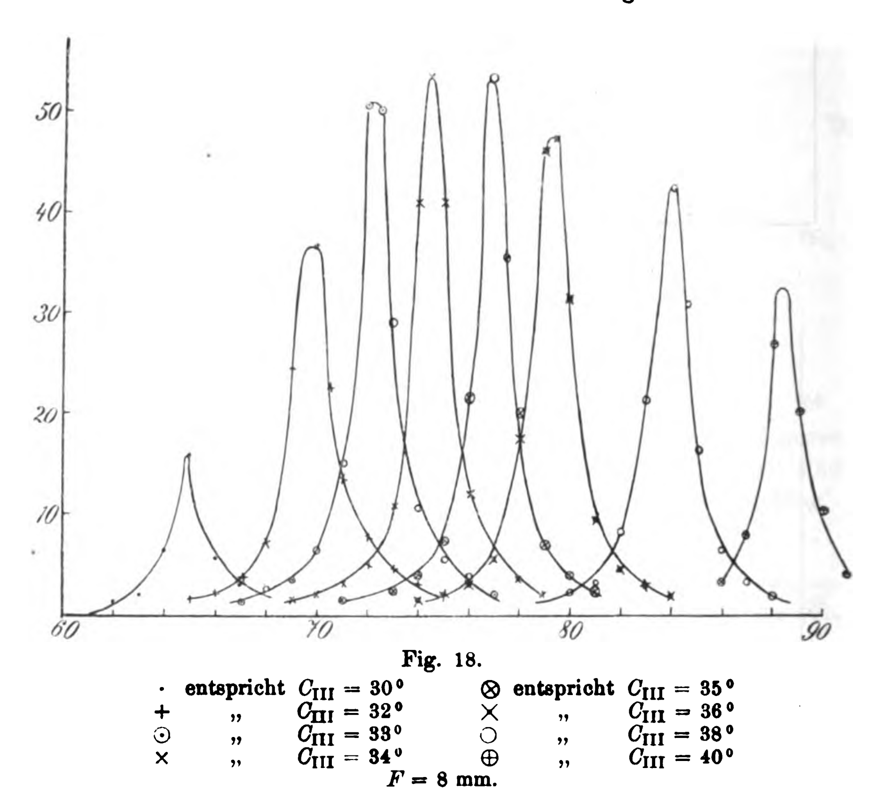


Fig. 18.

· entspricht $C_{III} = 30°$ ⊗ entspricht $C_{III} = 35°$
+ „ $C_{III} = 32°$ ✕ „ $C_{III} = 36°$
⊙ „ $C_{III} = 33°$ ○ „ $C_{III} = 38°$
× „ $C_{III} = 34°$ ⊕ „ $C_{III} = 40°$

$F = 8$ mm.

Ausschlag erhält man stets dort, wo bei kurzen Funken die Resonanzkurven des Primärkreises am flachsten sind; bei längeren, wo diese zwei gleiche Maxima besitzen. Bei kurzen Funken fallen in den Resonanzkurven des Tertiärkreises die maximalen Ausschläge symmetrisch zu beiden Seiten des Hauptmaximums ab. Bei längeren Funken ist dieser Abfall ein viel geringerer für größere Kapazitäten. In einem gewissen Bereiche bleibt dieser Ausschlag konstant.

E. Resonanzkurven des Sekundärkreises.

Diese sind von zwei verschiedener Art: entweder stellen sie ganz regelmäßige Kurven dar von der Art derjenigen des Tertiärkreises, so wie die linke Kurve der Fig. 19, oder es sind ziemlich stark deformierte Kurven, welche zwei sehr deutliche Maxima erkennen lassen, so wie die rechte Kurve derselben Fig. 19.

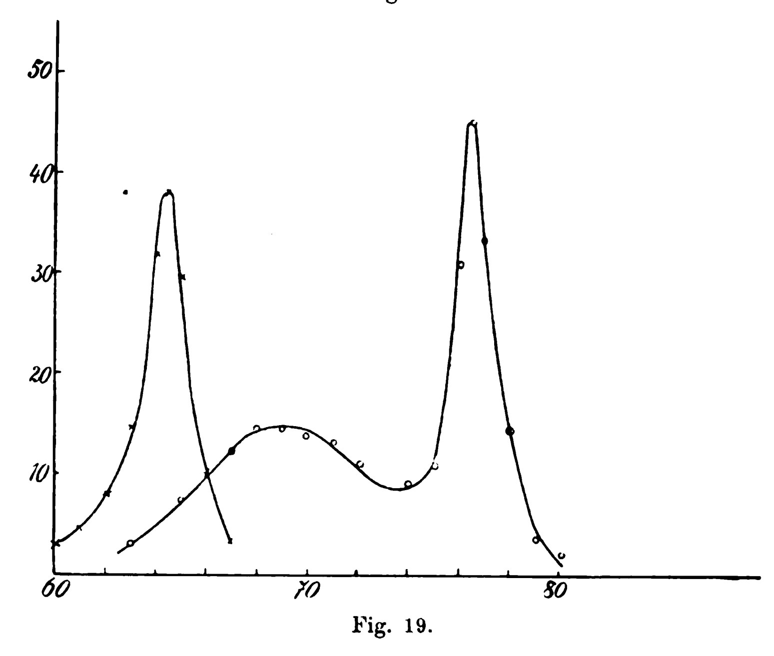


Fig. 19.

Die Kurven der Fig. 19, welche sich auf $F = 4$ mm beziehen, entsprechen:

× der Kapazität $C_{III} = 30^0$,
○ „ „ $C_{III} = 35^0$.

Die Kurven erster Art (Fig. 19 links) erhält man dann, wenn die im Tertiärkreis eingeschaltete Kapazität die Resonanzkapazität nicht übersteigt, die Kurven zweiter Art (Fig. 19 rechts) erscheinen bei größeren Werten dieser Kapazität. Die Werte für Schwingungsdauer und Dämpfungen dieser Kurven stimmen mit denjenigen Größen überein, welche man aus den Kurven des Tertiärkreises erhält.

Auf Grund dieses Beobachtungsmateriales können wir den gesamten Schwingungsvorgang in folgender Weise beschreiben.

Sind die zwei äußeren Kreise I und III aufeinander abgestimmt, so entstehen in diesen Kreisen während der Lösch- oder Aufladungsperiode Schwingungen verschiedener Perioden, dabei aber gleicher Energie; dadurch wird einerseits der Tertiärkreis aufgeladen, andererseits der Funke zum Auslöschen gebracht. Nach Abreißen des Funkens fängt der Entladungsvorgang des Tertiärkreises an, währenddem die freien Eigenschwingungen des Tertiärkreises durch die Reaktion des Sekundärkreises eine geringe Abänderung an ihrer Periode erfahren. Dieselben Schwingungen werden jetzt aber auch im Sekundärkreis induziert und bilden ganz ähnliche Resonanzkurven wie die des Tertiärkreises (linke Kurve der Fig. 19).

Ist die Schwingungsdauer des Tertiärkreises etwas größer als diejenige des Primärkreises, so entstehen während der ersten Schwingungsperiode Schwingungen von sehr ungleicher Energie. Es sterben dadurch im Primärkreis die stärker gedämpften Schwingungen dann ab, wenn die Amplitude der schwächer gedämpften Schwingungen noch beträchtlich ist. Von da ab geschieht folgendes. Die beiden äußeren jetzt geladenen Kreise schwingen, da keine Energieübertragung von dem einen zum anderen stattfindet, mit ihrer natürlichen, etwas durch den Sekundärkreis abgeänderten Periode weiter. Diese den beiden äußeren Kreisen eigentümlichen Schwingungen werden zugleich dem Sekundärkreis mitgeteilt; dadurch bilden die Resonanzkurven des Sekundärkreises eine Überlagerung der respektiven Kurven des Primär-, sowie Tertiärkreises.

F. Koppelungs- und Dämpfungsmessungen.

Es mußte weiter die Formel:

$$k^2 = k_1^{\,2} + k_2^{\,2}$$

für den hier vorgelegten Fall geprüft werden. Die Größen k_1 und k_2 lassen sich aus der Lage der Maxima der Resonanzkurven zweifach gekoppelter Systeme, bestehend: k_1 aus Kreisen I und II, k_2 aus Kreisen II und III, mit genügender Genauigkeit bestimmen. In ähnlicher Weise kann man andererseits $\frac{x_{10}}{n}$ bestimmen aus der Lage der zwei Maxima der Resonanzkurve des Primärkreises und dann k aus der Formel III berechnen; dabei wird die Kenntnis von $\frac{n_1}{n}$ vorausgesetzt.

Man erhält aus der Resonanzkurve, indem man I mit II koppelt:

$$k_1 = 0{,}156$$

durch Koppelung von II und III:

$$k_2 = 0{,}196$$

daraus für k berechnet:

$$k = 0{,}251$$

Berechnet man k auf Grund der experimentell bestimmten Größen $\frac{x_{10}}{n}$ und $\frac{n_1}{n}$, so erhält man aus verschiedenen Versuchen und Formel III:

$$k = 0{,}254;\ 0{,}264;\ 0{,}270$$
$$\text{Mittel } k = 0{,}262$$

Diese Zahl stimmt innerhalb der Beobachtungsfehler mit der oberen überein; dabei ist $\left(\frac{n_1}{n}\right)^2 = 0{,}42$ und $\frac{x_{10}}{n}$ aus den Kurven der Fig. 13 und 14 bestimmt worden.

Um die Dekremente γ_{III} und γ_M einzeln zu bestimmen, konnte man in folgender Weise verfahren.

Stimmt man den Sekundärkreis auf den Primärkreis ab, bezeichnet das neue Dekrement des Sekundärkreises durch γ_{II}', und erregt man diesen Kreis in der Wienschen Methode, so erhält man, indem man mit dem früheren Meßkreis eine Resonanzkurve aufnimmt:

$$\gamma_{II}' + \gamma_M = b$$

Verwendet man jetzt den Tertiärkreis als Meßkreis, so kann man durch eine ähnliche Messung bestimmen:

$$\gamma_{II}' + \gamma_{III} = c$$

Berücksichtigt man endlich die früher bestimmte Summe:

$$\gamma_{III} + \gamma_M = a$$

so hat man drei Gleichungen, um die Größen γ_{III}, γ_M, γ_{II}' zu bestimmen. Eine dieser ähnliche Methode ist von Riegger[1]) angegeben worden.

Die Versuche ergaben:

$$\gamma_{III} = 0{,}0200,$$
$$\gamma_M = 0{,}0092,$$
$$\gamma_{II}' = 0{,}0240.$$

G. Energiemessungen bei verschiedenen Funkenlängen.

Zuletzt wurde noch die Abhängigkeit der Galvanometerausschläge, welche nach Bjerknes ein Maß der anfänglichen Energie $\frac{1}{2} C V^2$ des

Erregerkreises angenommen wird, bei verschiedenen Funkenlängen gemessen. Da bei Variierung der Funkenlänge die Dämpfung des Tertiärkreises als annähernd konstant anzusehen ist, so mißt der Ausschlag bei Resonanz die beim Auslöschen des Funkens im Tertiärkreis angesammelte Energie. Die Resultate der Messungen sind in folgender Tabelle 2 enthalten. Graphisch ist die Abhängigkeit der Galvanometerausschläge von den Spannungen in Fig. 20 abgebildet.

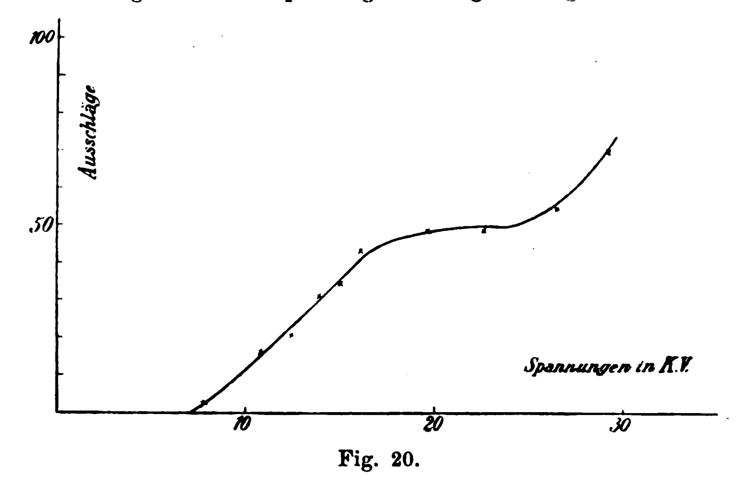


Fig. 20.

Tabelle 2.

F in mm	Spannungen in K. Volt	Galvanometerausschläge
2	7,68	2,2
3	10,84	16,0
3,5	12,37	20,5
4,0	13,90	30,7
4,5	14,97	34,2
5,0	16,5	43,0
6,0	19,57	48,5
7,0	22,6	48,3
8,0	26,4	54,7
9,0	29,2	70,0

Die in der Fig. 20 enthaltene stufenartige Kurve hat im Zusammenhang mit den Fig. 11—14 folgende physikalische Bedeutung.

Bei kleinen Funkenlängen strömt die anfängliche Ladungsenergie des Primärkreises in den Tertiärkreis, wobei der Funke im ersten

1) Riegger, Jahrb. 5, 35, 1911.

Minimum abreißt. Je größer die anfängliche primäre Spannung, desto größer die im Tertiärkreis induzierte. Diese Anhäufung kann aber nicht immer weiter gehen. Bei einer bestimmten Funkenlänge (diese muß eine Funktion der Dämpfung sein) wird die induzierte Spannung so groß, daß die Schwingungsenergie vom Tertiär- in den Primärkreis zurückströmend eine Rückzündung des Funkens zur Folge hat. Diese kritische Funkenlänge betrug in meinen Versuchen 5 mm. Die Resonanzkurven der Fig. 11 und 12 sind tatsächlich keine reinen Koppelungskurven; sie geben vielmehr ein verwaschenes Bild des Schwingungsvorganges im Primärkreis, welcher mit dem Löscheffekt endigt. Bei längeren Funken $F = 6{,}8$ mm wird der Funke erst dann ausgelöscht, wenn die Energie zum zweiten Male vom Primärkreis aus in den Tertiärkreis gelangt. Die dabei induzierte Nutzspannung hat sich nicht vergrößert, die Funkenspannung hat sich vermehrt; wir erhalten dadurch einen der Abszissenachse parallelen Kurvenast. Bei noch größeren Funkenlängen, wenn die nach der ersten Rückkehr in den Tertiärkreis gelangende Energie noch keine zweite Rückzündung des Funkens hervorzurufen vermag, steigt die Kurve etwas weiter, weil der Galvanometerausschlag dann aus zwei Anteilen besteht: demjenigen, welcher vom Koppelungsvorgang herrührt und einem Stoßanteil.

Weitere Versuche konnten nicht durchgeführt werden, weil die Flaschen durchgeschlagen wurden. Eine ähnliche bei Stoßerregung zweifach gekoppelter Kreise stattfindende Erscheinung ist von Rau[1]) nachgewiesen.

St. Petersburg, Physikalisches Laboratorium des Polytechnikums, 1. September 1912.

Nachtrag.[2])

Leider war mir beim Einsenden des theoretischen Teils die Publikation von J. F. J. Bethenod[3]) entgangen. Durch einen einfachen sowie eleganten Kunstgriff wird dort die Lösung für den Fall einer Abstimmung aller drei Kreise durchgeführt. Die Resultate von Bethenod decken sich vollständig mit den meinigen. Denn aus meinen Formeln (XI) erhält man, indem man $\frac{n_1}{n} = 1$ annimmt und die x_0 aus (III) einsetzt, folgende Ausdrücke für die Koppelungsdekremente:

1) Rau, Jahrb. 4, 52, 1910.
2) F. Müller, Jahrb. 6, 13, 1912.
3) J. F. J. Bethenod, Bul. Soc. Int. Elect. 10, 135, 1910.

$$\left.\begin{matrix} y_{10} \\ y_{30} \end{matrix}\right\} = \frac{k_1{}^2 \gamma_1 + k^2 \gamma_2 + k_2{}^2 \gamma_3}{2 k^2 \sqrt{1 \pm k}}$$

welche mit den Formeln (14) und (15) von Bethenod, wo die entsprechenden Dämpfungsfaktoren enthalten sind, übereinstimmen.

Mit Unrecht wird dagegen vom Autor die dritte Lösung $\beta = \Omega$ verworfen, um so mehr, als diese sich experimentell nachweisen läßt. Sie ist z. B. in der Gleichung (11) von Bethenod enthalten; der resp. Dämpfungsfaktor ist aus (3″) abzuleiten, indem $\beta = \Omega$ gesetzt wird; er stimmt mit meinem Ausdruck y_{20} aus XI überein.

(Eingesandt 3. September 1912.)

Die Induktanz eines Eisen enthaltenden Stromkreises für Wechselströme.

(L'induttanza per correnti alternate di un circuito comprendente ferro.)

Von **Ottavio Bonazzi.**

1. Wenn ein von einem Strome mit variabler Stärke durchflossener Stromkreis mit einer Eisenmasse verkettet ist, so wird deren magnetische Permeabilität, die ihrerseits eng mit der Feldstärke verbunden ist, den Selbstinduktionskoeffizienten verändern.

Ich beabsichtige darzutun:

a) daß in diesem Falle eine passende Wahl zwischen den verschiedenen möglichen Definitionen des Selbstinduktionskoeffizienten notwendig ist;

b) daß man in dem besonders interessanten Falle der Wechselströme zweckmäßig eine neue Definition dieser Größe zu Hilfe nimmt.

2. Ich erinnere zunächst daran, daß man den Begriff der Induktanz eines Stromkreises auf drei verschiedene Weisen einführen kann, und zwar kann man sie folgendermaßen definieren:

1. als den Koeffizienten L_1, der mit dem halben Quadrate der Stromstärke multipliziert die elektrokinetische Energie ergibt, die das System in dem betrachteten Augenblicke besitzt;

2. als das Verhältnis L_2 zwischen der elektromotorischen Gegenkraft E und dem Differentialquotienten der Stromstärke nach der Zeit;

3. als den mit dem Stromkreise verketteten magnetischen In-

duktionsfluß L_3, wenn der Stromkreis von der Einheit der Stromstärke durchflossen wird.

Bezeichnen wir also mit W die elektrokinetische Energie und mit Φ den gesamten Induktionsfluß[1]), so ist

$$L_1 = \frac{2\,W}{i^2} \tag{1}$$

$$L_2 = \frac{E}{\frac{d\,i}{d\,t}} \tag{2}$$

$$L_3 = \frac{\Phi}{i} \tag{3}$$

Vor allen Dingen sei bemerkt, daß man, wenn die magnetische Permeabilität der Materialien, aus denen sich der Stromkreis zusammensetzt, konstant ist, infolge der Beziehungen

$$E = \frac{d\,\Phi}{d\,t} \tag{4}$$

und

$$\frac{d\,W}{d\,t} = E\,i \tag{5}$$

naturgemäß findet:

$$L_1 = L_2 = L_3$$

und dann kann man nach Belieben unter den drei Definitionen die wählen, die sich unserer Behandlungsweise am besten anpaßt.

Wir wollen nun aber sehen, welche Beziehungen zwischen den drei Größen bestehen, wenn wir allgemein annehmen, daß sie von i und mithin von der Zeit abhängig sind.

Differenzieren wir Gleichung (1) nach t, so liefert sie im Verein mit Gleichung (5) die Gleichung:

$$E = L_1 \frac{d\,i}{d\,t} + \frac{i}{2}\,\frac{d\,L_1}{d\,t}$$

Durch Vergleichung mit Gleichung (2) erhalten wir dann:

$$L_2 \frac{d\,i}{d\,t} = L_1 \frac{d\,i}{d\,t} + \frac{i}{2}\,\frac{d\,L_1}{d\,t}\,,$$

und, da die Stromstärke als veränderlich angenommen worden ist,

---

1) Fleming, The alternate current transformer I, 55.

können wir durch $\frac{di}{dt}$ dividieren und erhalten so die erste der gesuchten Beziehungen:

$$L_2 = L_1 + \frac{i}{2} \frac{dL_1}{di} . \tag{I}$$

Um die zweite Beziehung zu erhalten, differenzieren wir Gleichung (3) und vergleichen sie unter Zuhilfenahme von Gleichung (4) mit Gleichung (2). Dann finden wir

$$L_2 \frac{di}{dt} = E = L_3 \frac{di}{dt} + i \frac{dL_3}{dt}$$

und somit

$$L_2 = L_3 + i \frac{dL_3}{di} . \tag{II}$$

Schließlich können wir dann aus den Beziehungen (I) und (II), oder auch direkt, die weitere Beziehung

$$L_3 - L_1 = \frac{i}{2} \left(\frac{dL_1}{di} - 2 \frac{dL_3}{di} \right) \tag{III}$$

erhalten.

3. Ich halte es für nützlich, zu bemerken, daß die Beziehung (II) eine leichte Umformung einer ganz bekannten Beziehung ist.

Es sei nämlich s die Fläche, die der elektrische Stromkreis umschließt, und die ganz und gar vom Eisen eingenommen wird; und es seien weiter B und H die durch den Strom erzeugte Induktion bzw. magnetische Kraft; dann können wir wegen der Gleichungen

$$\Phi = sB$$

und

$$H = 4\pi i$$

sowie der Gleichung (4) die Gleichungen (2) und (3) in der Form:

$$L_2 = \frac{d\Phi}{di} = 4\pi s \frac{dB}{dH} \tag{2'}$$

und

$$L_3 = 4\pi s \frac{B}{H} \tag{3'}$$

schreiben. Wenn wir daher mit μ die Permeabilität des Eisens be-

zeichnen, so ist die Beziehung (II) vollkommen gleichwertig der Beziehung

$$\frac{dB}{dH} = \mu + H \frac{d\mu}{dH}$$

welche μ mit der Differentialpermeabilität verbindet.

Als weiteren Beweis für die Berechnung bemerken wir noch, daß die drei Beziehungen (I), (II) und (III) für den Fall eines konstanten μ gleichfalls die Koinzidenz der verschiedenen Definitionen der Induktanz dartun.

Für einen Stromkreis, der eine Eisenmasse umfaßt, besteht diese Koinzidenz nun nicht, und es erweist sich daher eine passende Wahl als notwendig; dabei muß man die Methoden berücksichtigen, die man praktisch für die Messung des Selbstinduktionskoeffizienten L anwendet.

Diese Größe wird in jedem Falle von der Permeabilität des Eisens und somit von der Stromstärke abhängen; sie wird für jeden Wert von μ einen durch die geometrischen Bedingungen des Stromkreises vollkommen bestimmten Wert haben.

4. Dies alles gilt nur, wenn es sich um Eisen handelt, das zum ersten Male eine Magnetisierung erfährt, und wenn das Magnetfeld in einer einzigen Richtung fortschreitet, ohne jemals zurückzugehen[1]). Auf diese beiden Bedingungen muß man immer Bezug nehmen, wenn man von magnetischer Permeabilität des Eisens spricht.

Für den Fall von Wechselströmen, mit dem wir uns nunmehr beschäftigen wollen, durchläuft aber die Magnetisierung des Eisens gerade Kreise, und dennoch pflegt man auch hier von Permeabilität bei dieser oder jener Wechselzahl, bei dieser oder jener Feldgröße zu sprechen. Man weiß, daß für jeden Wert von H die Induktion B nach dem Durchlaufen einiger Kreise einen bestimmten Wert für die aufsteigende und einen für die absteigende Phase hat. Wenn wir aber für jedes Wertepaar B, H das Verhältnis der beiden Größen bilden würden, so würde dieses in gewissen Teilen des Kreislaufes (im zweiten und vierten Quadranten) negativ und beim Durchgange von H durch Null sogar unendlich werden. Man kann also in einem Wechselfelde die Permeabilität nicht in jedem Augenblicke in der üblichen Weise als durch den Quotienten $\frac{B}{H}$ definiert ansehen.

Man kann sich übrigens leicht davon überzeugen, daß es ebenso

1) Ewing, Magnetische Induktion, 1892, S. 96.

wenig angängig ist, als Permeabilität bei Wechselströmen den Mittelwert des Verhältnisses $\frac{B}{H}$ für eine Halbperiode anzunehmen; oder zum mindesten ist das nicht immer möglich. Damit nämlich dieser Mittelwert endlich würde, müßte H beim Durchgange durch Null von niedrigerer Ordnung als der ersten unendlich klein werden. Nun wird selbst im allgemeinsten Falle eines sinusförmigen Wechselstromes $\frac{B}{H}$ von erster Ordnung in bezug auf die Zeit unendlich, und das über eine halbe Periode erstreckte Integral ist ebenfalls unendlich. Man wird sicherlich nicht sagen, daß die Permeabilität des Eisens und somit die Induktanz des Stromkreises unendlich sind, wenn natürlich andererseits die elektrokinetische Energie des Systems endlich ist.

Diese sehr einfachen Betrachtungen scheinen der Aufmerksamkeit derer entgangen zu sein, die sich mit dergleichen Dingen beschäftigen. Piola[1]) und Schames[2]) sprechen beispielsweise in ihren Arbeiten ausdrücklich vom Mittelwerte der Werte, die μ während einer Periode oder einer Halbperiode annimmt.

5. Um unsern Hauptzweck zu erreichen, nämlich eine zweckmäßige Definition für die Induktanz eines Stromkreises, der Eisen umfaßt, für Wechselströme zu erhalten, beginnen wir damit, daß wir zunächst feststellen, welche Bedeutung wir in diesem Falle dem Ausdruck „Permeabilität des Eisens" beilegen müssen.

Da alle auf theoretischem Wege abgeleiteten Formeln μ als konstant voraussetzen und daher den Mittelwert von B in einer Halbperiode als dem Mittelwerte von H proportional voraussetzen, so werden wir ihnen einen weiteren Gültigkeitsbereich zugestehen, wenn wir die Permeabilität für ein magnetisches Wechselfeld streng definieren als das Verhältnis der Mittelwerte der Induktion und der Magnetisierungskraft für eine Halbperiode, also durch die Formel

$$\mu = \frac{\int_0^{\frac{T}{2}} B\,d\,t}{\int_0^{\frac{T}{2}} H\,d\,t},$$

wo T die Periode des Wechselstromes ist.

1) Rend. Linc. (5) 16, 122, 1907.
2) Phys. Ztschr. 9, 317, 1908.

Schließlich empfiehlt es sich, auf Grund dieser Definition, und eingedenk des Umstandes, daß die Induktion und die magnetische Kraft dem Flusse Φ bzw. der Stromstärke i proportional sind, als Induktanz eines mit einer Eisenmasse verketteten Stromkreises das Verhältnis zwischen den Mittelwerten des Induktionsflusses und der Stromstärke für eine halbe Periode zu definieren; also durch eine Formel ausgedrückt:

$$L = \frac{\int_0^{\frac{T}{2}} \Phi \, d t}{\int_0^{\frac{T}{2}} i \, d t},$$

was eine Verallgemeinerung der Gleichung (3) ist.

Die so bestimmten Größen L und μ sind ebenfalls durch die Beziehung (3′) miteinander verbunden:

$$L = 4 \pi s \mu .$$

6. Zum Schlusse will ich noch bemerken, daß Arnold[1]) als Definition der magnetischen Permeabilität bei Wechselstrom das Verhältnis zwischen den Maximalwerten anstatt jenes zwischen den Mittelwerten angenommen hat, also

$$\mu = \frac{B_{\max}}{H_{\max}}.$$

Er ist, wie ich glaube, dazu geführt worden, um die Versuchsmethoden zu stützen, durch die man die Maximalwerte der Induktion und der Feldstärke erhält. Wenn man aber bedenkt, daß die Meßmethoden größtenteils für diese Größen gerade die Mittelwerte für eine Halbperiode liefern, so wird man sich nicht nur von der Genauigkeit der vorstehenden Definitionen überzeugen, sondern auch von ihrem praktischen Nutzen.

(Nach Rend. Linc. (5) **19**, 633, 1910, aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé).

1) Arnold und La Cour, Wechselstromtechnik I, 343.

(Eingesandt 17. Juni 1911).

Referate.

Karl Rottgardt, Über Entstehung und Vermeidung von Lichtbögen bei Verwendung von Resonanztransformatoren. Phys. Ztschr. **12**, 652, 1911.

Beim Betrieb von Funkenstrecken mit angehängtem Kondensatorkreis setzt statt regelmäßiger Funken häufig ein Lichtbogen ein. Dieser brennt mehr oder weniger inaktiv, d. h. er liefert keine Schwingungen. Seine Entstehungsursache ist im allgemeinen eine nicht genügend rasche Entionisierung der Funkenstrecke, so daß die Luft zwischen den Elektroden noch leitet, wenn die nächste Ladewelle ankommt, und keine Aufladung der Elektroden zur Funkenspannung zuläßt. Je schneller die Funkenstrecke von Ionen befreit wird, um so regelmäßigere Funken werden erhalten. Mittel zur Verhinderung von Lichtbogenbildung sind bekannt, so Drehen der Elektroden, Anblasen der Funkenstrecke[1]), Einbetten in Wasserstoff, dessen gute Wirkung nach Glatzel[2]) durch die rasche Bindung der Metallteilchen zu Wasserstoffverbindungen zu erklären ist, u. a. m. Elektrodenmaterial und -temperatur sind von erheblichem Einfluß auf die Lichtbogenbildung. In der vorliegenden Arbeit wird die Einwirkung der Speisung der Funkenstrecke, der Dämpfung des an die Funkenstrecke angelegten Schwingungskreises und eines mit diesem gekoppelten Sekundärkreises untersucht. Der Autor kommt zu folgender Zusammenfassung:

1. Ein Lichtbogen entsteht beim Betriebe von Funkenstrecken mit Wechselstrom dadurch, daß die abklingende Schwingung des an die Funkenstrecke angehängten Schwingungskreises der Funkenstrecke keinen genügenden Bruchteil der Zeit zwischen dem Beginn des Funkenüberganges und der nächsten Ladewelle zur Entionisierung übrig läßt.

2. Der Lichtbogen wird in einem regelmäßigen Funken durch Erhöhung der Dämpfung des Schwingungskreises übergeführt, d. h. durch Einschalten eines Widerstandes, der für gegebene Schwingungsdauer des Schwingungskreises eine untere Grenze nicht überschreiten darf.

3. Mit zunehmender Maschinenerregung und Schwingungsdauer (Selbstinduktion) des Schwingungskreises muß der benötigte Widerstand vergrößert werden.

4. Die Überführung des Lichtbogens in einem Funken ist auch

---

1) M. Wien, Jahrb. 4, 154, 1910.
2) Br. Glatzel, Jahrb. 4, 400, 1911.

durch Koppelung mit einem stark gedämpften abgestimmten Sekundärkreis möglich.

5. Für jeden Wert der Frequenz des Schwingungskreises ergibt sich ein Koppelungsgrad, unterhalb dessen die Überführung nicht gelingt.

6. Bei Wechselstrom von 500 Perioden und Verwendung von Zinkelektroden ist nahezu die ganze zur Verfügung stehende Zeit zur Entionisierung der Funkenstrecke nötig. E.

(Eingesandt 7. November 1911.)

Über die Wirkungsweise der Erdantennen. Wir brachten im 1. Heft des vorliegenden VI. Bandes die Anschauungen von Dr. H. Burstyn, wie er sie zuerst in der Elektrot. Ztschr. äußerte. In der Elektrot. Ztschr. Heft 28, 34 und 41, 1912, hat sich hieran folgende Diskussion geknüpft:

Die Wirkungsweise der Erdantennen.

In einem Aufsatz „Die Wirkungsweise der Erdantennen" schreibt Herr Dr. Burstyn: „Die Wirkungsweise dieser Anordnungen wurde von Dr. Kiebitz und anderen teils so verstanden, daß die Übertragung durch Erdströme erfolgt . . ., wobei die Vorgänge in der Luft zu vernachlässigen wären." Für mich trifft dieser Satz nicht zu; ich bin im Gegenteil jederzeit bemüht gewesen, die Auffassung zu vertreten und durch Tatsachen zu stützen, daß Hochfrequenzströme in der Erdoberfläche und Hertzsche Wellen in der Atmosphäre sich gegenseitig bedingen. Auch habe ich bisher ausschließlich solche Versuche veröffentlicht, bei denen einerseits mit Erdantennen, andererseits mit Luftantennen gearbeitet wurde.

Die Dipolbetrachtungen des Herrn Dr. Burstyn unterscheiden sich von meiner Erklärung meiner Versuche über Richtungstelegraphie mit Antennenpaaren durch Dipolbetrachtungen (Ann. d. Phys., Bd. 32, 1910, S. 967) dadurch, daß die Betonung der von mir experimentell nachgewiesenen Tatsache fehlt, daß die Achsen der wirksamen Dipole die senkrechten sind.

Die Rolle, die Herr Dr. Burstyn dem Grundwasser beimißt, stellt einen besonders einfachen und anschaulichen Fall meiner allgemeinen Beschreibung dar, nach der Erdantennen wirken durch anomale Emission und Absorption metallischer Einlagerungen von selektiver Leitfähigkeit an der Oberfläche eines Halbleiters. Wie nahe die Wirklichkeit im einzelnen Falle der von Herrn Dr. Burstyn vermuteten

kommt, müssen weitere Beobachtungen ergeben, die bisher nicht veröffentlicht sind. Dr. F. Kiebitz.

Erwiderung.

Die von Herrn Dr. Kiebitz angestellten, in seiner Zuschrift erwähnten Dipolbetrachtungen beziehen sich auf zwei vertikale Luftdrähte, nicht aber auf Erdantennen. Bei der Erklärung letzterer in demselben Aufsatze (S. 974) denkt er sich die Erde als elektrischen Leiter, dessen Oberfläche an zwei Stellen durch die Antenne Wechselströme zugeführt werden. Auf welche Weise diese Zuführung erfolgt, müßte gleichgültig sein. Ganz folgerichtig wollte daher Dr. Kiebitz die Antenne z. B. im Innern eines Unterseebootes anbringen, an dessen Wände sie an zwei Stellen angeschlossen werden sollte (D.R.P. 227860). Im Gegensatze zu einer solchen Auffassung wollte ich zeigen, daß eine gewisse Tiefe einer möglichst schlecht leitenden Erdschicht Bedingung für die Wirkung einer Erdantenne ist, und daß sie in nächster Nähe einer gut leitenden Erde (Meeresoberfläche) nicht strahlen kann.

Ich habe allerdings nicht eigens betont, daß „die Achsen der wirksamen Dipole die senkrechten sind“. Dieser Ausdruck ist auch mindestens ungenau; selbstverständlich ist aber die Kraftliniendichte zwischen den einander näherstehenden Dipolen, das ist den senkrechten, größer. Ich hätte vielleicht etwas genauer ausführen können, daß es gleichgültig ist, ob bei einem zentrisch-symmetrischen Polvierecke (Dipolpaare) die langen oder die kurzen Seiten von Leitern, die anderen von den dielektrischen Kraftlinien gebildet werden, und daß in beiden Fällen die stärkste Strahlung in der Richtung der schmalen Seite des Viereckes erfolgt. Dr. W. Burstyn.

Über die Wirkungsweise der Erdantennen[1]).

Auf S. 615 der Elektrot. Ztschr. 1912 vertritt Herr Dr. W. Burstyn die Ansicht, daß die Wirkungsweise der Erdantennen auf Spiegelung in dem darunter befindlichen Grundwasser beruhe. Diese Annahme steht im Widerspruch mit dem Ergebnis eines Versuchs, den ich kürzlich in einem Rheinhafenbecken bei Leopoldshafen, 10 km nördlich von Karlsruhe, ausführte. Hierbei wurden zwei feine Drahtsiebe von je 10 × 0,6 m im Abstand von ca. 500 m in Nordsüdrichtung, ca. 1 m unter der Wasseroberfläche, und mindestens 10 m

1) Vgl. auch Elektrot. Ztschr. 1912, S. 726.

vom Ufer entfernt, verankert. Zwischen diesen war eine wasserdicht isolierte Leitung gezogen, die bis auf die Mitte, wo die Empfangseinrichtung angeschlossen war, im Wasser lag. Mit dieser Antenne konnten die charakteristischen Zeichen von Norddeich mit großer Lautstärke aufgenommen werden. Die Einstellung war trotz aperiodischer Detektorschaltung ziemlich scharf.

Dieses günstige Resultat scheint ebenso wie die früheren Versuche Brauns in den Festungsgräben von Straßburg nur erklärlich, wenn mit Lecher und Kiebitz die Ausbreitung von Ladungswellen auf der Erd- bzw. Wasseroberfläche, natürlich bis zu einer gewissen Tiefe, als Ursache der Schwingungserregung in der Horizontalantenne angenommen wird. Leider ist die Fortsetzung der Versuche wegen der Unmöglichkeit, die Anlage vor den Eingriffen Unbefugter zu schützen, sehr erschwert worden. Sie sollen über die günstigsten Bedingungen Aufschluß geben, insbesondere zur Beurteilung der Frage, ob ein drahtloser Empfang auf Seeschiffen ohne Vertikalantenne möglich ist.

Prof. H. Hausrath.

In seiner Abhandlung über die Wirkungsweise der Erdantenne (Elektrot. Ztschr. 1912, S. 615) glaubt Dr. W. Burstyn der Bodenbeschaffenheit ausschlaggebende Bedeutung zuschreiben zu müssen. Es wird dort der Schluß gezogen, daß eine Erdantenne nur dann wirken kann, „wenn die Oberfläche des Grundwassers weder zu tief, noch zu hoch steht, und die darüber befindliche Erdschicht eine möglichst geringe Leitfähigkeit aufweist, also möglichst trocken ist".

Um nach dieser Richtung hin Klarheit zu schaffen, wurden zunächst auf trockenem sandigem Boden mit ca. 15 m tief liegendem Grundwasserspiegel im südlichen Grunewald (Zehlendorf-West) mit Erdantennen Empfangsversuche angestellt. Zwei gut isolierte Drähte von je 200 m Länge wurden flach auf den Boden gelegt in Richtung auf Norddeich. Zwischen den Drähten war in der Mitte eine veränderliche Selbstinduktion eingeschaltet, welche auf einen aperiodischen Kreis mit Thermoelement induzierte. Zwecks leichterer Auffindung der Abstimmung wurde vorher mit der Norddeicher Wellenlänge ein Wellenmesser durch Summer erregt.

Der Empfang von Norddeich auf eine Entfernung von ca. 415 km war von befriedigender Lautstärke (ca. 35 Ohm), die Antennendrähte konnten bis auf je ca. 100 m verkürzt werden, wenn die Zeichen noch ganz leise wahrnehmbar bleiben sollten.

Am 22. Juni vormittags wurden bei klarem sonnigen Wetter die

gleichen Versuche mit ebenfalls 100 m langen Drähten (Gummiumspannung) auf den Havelseen bei Lindwärder wiederholt. Das eine Ende des Antennendrahtes war an einem frei im Wasser stehenden Pfahl isoliert befestigt und führte dann in mittlerer Höhe von ca. 0,5 m über mehrere mit Tragstange versehene verankerte Boote weg nach einem größeren Kahne, in welchem die Empfangsapparate untergebracht waren.

Der zweite Antennendraht wurde ebenfalls in Richtung auf Norddeich über Boote möglichst flach über die Wasseroberfläche, ohne jedoch einzutauchen, ausgespannt. Sofort nach Anschluß der Apparate konnte sehr laut eine fremde Station aufgenommen werden, welche mit Tonfunken bis 11 Uhr die Versuchszeichen *m b* und als Schlußzeichen von 11^{00} bis 11^{01} *s. k.* gab[1]).

Gleichzeitig konnte aber bei Änderung der Abstimmung die Norddeicher Poststation einwandfrei gehört werden, und zwar mit derselben Lautstärke, wie damals, als die 100 m langen Drähte auf trockenem Boden auflagen. Der Abstand Norddeich—Beobachtungsort war in Rücksicht auf die große Entfernung praktisch derselbe geblieben.

Tauchte zufällig ein Teil des Drahtes in das Wasser, so wurde der Empfang wesentlich schlechter und war auch durch Änderung der Abstimmung nicht zu verbessern.

Mit ganz im Wasser liegenden Drähten dürfte überhaupt ein Empfang unmöglich sein.

Es hat demnach, wie der Versuch zeigt, die Bodenbeschaffenheit, d. h. die Höhe des Grundwasserspiegels auf den Empfang von „Erdantennen" keinen Einfluß. Die horizontalen Luftleiter werden, sobald sie nicht in einem leitenden Medium eingebettet sind, stets durch Wellen aus bevorzugter Richtung erregt werden, hierbei ist auch wohl anzunehmen, daß auch in größerem Abstande von der Erdoberfläche mit derartigen Antennen ein Empfang möglich ist.

Über den Einfluß des Tageslichtes auf die Änderung der Empfangsintensität wagerechter Luftdrähte werde ich demnächst in anderem Zusammenhange ausführlicher berichten. Prof. Dr. Dipl.-Ing. **Mosler**.

1) Zur leichteren Nachprüfung meiner Angaben sind Zeit und Buchstaben genannt. Es wäre interessant zu erfahren, wo die betreffende Station zur Zeit der Versuche stand.

Erwiderung.

Ein im freien Raum gelegener gerader symmetrischer Oszillator strahlt nach der Hertzschen Theorie am stärksten senkrecht zu seiner Längsrichtung, nicht in dieser Richtung. In großer Höhe über dem Erdboden kann also (im Gegensatz zur Ansicht von Mosler) eine horizontale Antenne nicht als Empfänger wirken. Wenn sie es in der Nähe des Erdbodens tut, so muß sie entweder anders als wie ein einfacher Hertzscher Oszillator schwingen oder sie steht, entgegen dem Anscheine, nicht senkrecht zur Wellenfront.

In meiner Abhandlung hatte ich nur die erste Möglichkeit berücksichtigt und in der Mitwirkung des Spiegelbildes der Antenne eine Erklärung gefunden. Es scheint mir aber jetzt, daß auch der zweite Fall in Betracht zu ziehen ist. Auf einem Gelände, dessen Boden bis in größere Tiefen mittelmäßige Leitfähigkeit besitzt, also die fortschreitenden Wellen stark absorbiert, zeigt nämlich die Wellenfront eine mit zunehmender Absorption steigende Abweichung von der Vertikalen. Die horizontale Antenne steht dann nicht mehr senkrecht, sondern schräg zur Wellenfront und kann Schwingungsenergie aufnehmen, und zwar wieder nur aus ihrer Längsrichtung. Der günstigste Fall dürfte dann eintreten, wenn die Wellenfront eine durchschnittliche Neigung von 45° besitzt.

Die Vorgänge nach beiden Erklärungsweisen sind nicht grundsätzlich voneinander verschieden und können ineinander übergehen. Das Spiegelbild der Antenne ist dann verschwommen, wie ich es im letzten Absatze meiner Abhandlung angedeutet habe. Auch bleiben die Schlußfolgerungen, daß die Energie durch die Luft übertragen wird, und daß der Bodencharakter eine wesentliche Rolle spielt, bestehen. Der Nutzeffekt ist selbstverständlich dann besser, wenn sich der Vorgang hauptsächlich in der erstbeschriebenen Art abspielt.

Um hier wirklich Klarheit zu schaffen, sind alle bisher angestellten Versuche, auch die von Mosler, nicht genügend exakt. Die Unregelmäßigkeit der „atmosphärischen“ Absorption, die Verwendung des Thermodetektors und des Telephons, und vor allem die mangelhafte Kenntnis der geologischen Verhältnisse bringen große Unsicherheit mit sich. Infolge schräg liegender Erdschichten kann z. B. eine geometrisch horizontale Antenne elektrisch schräg sein.

Unerklärlich ist der Widerspruch, daß Mosler aus seinen Versuchen schließt, mit einem ganz im Wasser liegenden Drahte könne

man nicht empfangen, während Hausrath gerade eine solche Antenne mit gutem Erfolge benutzt hat. Dr. W. Burstyn.
(Eingesandt 31. August 1912.)

Erwiderung.

Über die Wirkungsweise der Erdantennen[1].

Daß in „großer" Höhe über der Erdoberfläche, etwa im freien Raum ausgespannte Horizontalantennen als Empfänger in ihrer Längsrichtung wirken sollten, habe ich, wie Herr Dr. Burstyn aus meiner Erwiderung[2] zu ersehen glaubt, gar nicht behauptet.

Der Antennenabstand von der Wasserfläche betrug bei meinen damaligen Versuchen im Mittel nur 0,5 m.

Wenn ich im Zusammenhange hiermit annahm, daß „auch in größerem Abstande von der Erdoberfläche mit derartigen Antennen ein Empfang möglich sei", so dachte ich dabei, um einmal Zahlen zu nennen, an Abstände von ca. 20- bis 50-fachem, bei sehr langen Drähten vielleicht auch 100-fachem Betrage.

Inzwischen konnte F. Kiebitz[3] z. B. mit 5, 10, und 25 m hohen Horizontalantennen, die über sehr feuchtes Erdreich (ca. $^1/_4$ m tiefer Grundwasserspiegel, Gelände der Norddeicher Großstation) errichtet waren, mit gutem Erfolge auf Entfernungen von ca. 760 km (Danzig) senden und empfangen.

Auffallende Unterschiede werden sich bei den verschiedenen Antennenabständen nicht gezeigt haben, sonst hätte dies Kiebitz sicherlich erwähnt, es scheint demnach der Abstand der Antenne vom Grundwasserspiegel innerhalb jener Beträge in bezug auf ihre Reichweite von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Auch auf einen scheinbaren Widerspruch zwischen meinen Ausführungen und den Resultaten von Hausrath, den Herr Dr. Burstyn findet, möchte ich kurz eingehen.

Hausrath benutzte Horizontalantennen mit einer Gesamtlänge von 500 m, die ungefähr 1 m unterhalb der Wasserfläche ausgespannt waren.

Es liegen hier die Drähte dicht an der Oberfläche des Wasserspiegels, also in einem Bereiche, in den die elektromagnetischen Wellen

---

1) Vgl. Elektrot. Ztschr. 1912, S. 615, 726, 883.
2) Elektrot. Ztschr. 1912, S. 884.
3) F. Kiebitz, „Versuche über gerichtete drahtlose Telegraphie", Jahrb. Bd. VI Heft 1; Elektrot. Ztschr. 1912, S. 7.

noch eindringen. Mit ganz im Wasser liegenden Drähten, oder um mich deutlicher auszudrücken mit ganz tief im Wasser liegenden Drähten dürfte wohl der Empfang unmöglich sein.

Natürlich besteht ein Unterschied, ob bei einer flach über die Wasserfläche, also in Luft ausgespannten Antenne ein Teil des Drahtes zufällig so tief in das Wasser taucht, daß hierdurch Verringerung[1]) der Empfangsintensität eintritt, oder ob die ganze Antenne in voller Länge dicht an der Oberfläche im Wasser liegt.

Hier haben wir Änderung der ursprünglichen, dort unveränderliche Verhältnisse.

Da beide Versuchsarten nicht auf feuchtem Erdreich, dessen geologische Schichtung vielleicht unbekannt, sondern direkt auf größeren Wasserflächen vorgenommen wurden, so trifft auch der Einwand nicht zu, die Antenne hätte nicht mehr senkrecht zur Richtung des elektrischen Feldes gestanden.

Inwiefern die genannten Versuche, auch die von Hausrath, die über Wasser doch positive Resultate haben, nicht ganz exakt sein sollten, weil „die Unregelmäßigkeit der atmosphärischen Absorption, die Verwendung des Thermodetektors und des Telephones und vor allem die mangelhafte Kenntnis der geologischen Verhältnisse große Unsicherheit mit sich bringen", verstehe ich nicht recht.

Das wären Gründe, die sich anführen ließen, wenn auf die großen Entfernungen von über 500 bzw. 400 km vielleicht nicht empfangen wurde.

Für Antennen, dicht über tiefem Wasser oder unter dessen Oberfläche ausgespannt, ist es wohl gleichgültig, welchen Winkel der Seegrund mit den Drähten bildet, da die Wellen dort nur an der Oberfläche entlang gleiten.

Jedenfalls stehen die Ergebnisse der experimentellen Nachprüfung von Hausrath und mir in direktem Widerspruch zur Burstynschen Hypothese, die verlangt, daß „Erdantennen" über große Wasserflächen versagen sollen.

Zehlendorf-West, 27. August 1912. H. Mosler.

Erwiderung.

In seinem ersten Briefe hat Mosler folgende zwei Sätze ausgesprochen: „Mit ganz im Wasser liegenden Drähten dürfte überhaupt

1) Nach Zenneck: „Leitfaden d. drahtl. Telegr.", S. 222 beträgt bei Seewasser in 1 m Tiefe die Amplitude bereits den zehnten Teil des Wertes an der Oberfläche bei $\lambda \sim 700$ m.

ein Empfang unmöglich sein" und „Es ist anzunehmen, daß auch in größerem Abstande von der Erdoberfläche ein Empfang mit horizontalen Luftleitern möglich ist". Wenn er nunmehr den ersten Satz auf „ganz tief im Wasser liegende Drähte" und den zweiten auf nicht allzu große Abstände von der Erdoberfläche einschränkt, sind wir vollkommen einig.

Den Schluß des obigen Briefes kann ich aber nicht gelten lassen. Ich habe in meinem Aufsatze gesagt, daß horizontale Antennen, knapp über der Meeresoberfläche angeordnet, versagen dürften. Dabei dachte ich jedoch nicht an die „großen Wasseroberflächen", sondern an den Salzgehalt des Meeres und die Leitfähigkeit, die er zur Folge hat und die nach Zenneck ungefähr 1000-mal größer ist als die des Süßwassers. Die Versuche von Hausrath und Mosler haben aber auf Süßwasser stattgefunden und beweisen nichts für Seewasser.

Berlin, 17. September 1912. Dr. W. Burstyn.

Bestimmung der Strahlungs-Nutzleistung und anderer Konstanten eines radiotelegraphischen Senders. (Auszug aus der Korrespondenz zwischen L. B. Turner und J. Erskine-Murray in Electrician 26. VII. 12, 2. VIII. 12, 9. VIII. 12 und 23. VIII. 12.)

Indem Turner die Methode von J. Erskine-Murray[1]) zur Bestimmung der Strahlungsleistung kommentiert, meint er, daß 1. die gegebene Theorie nicht ganz genau sei und weitere Entwickelung verlange und daß 2. die weiter ausgebildete Theorie zu einer ernstlichen praktischen Schwierigkeit in ihrer Anwendung führe. In seiner Mitteilung heißt es, daß es vorteilhaft ist, das P, die Hochfrequenz-Energiezufuhr zur Antenne konstant sei, und daß dies erreicht werden könne, indem die Niederfrequenz-Energie und die Koppelung zwischen primärem Schwingungskreis und Antenne beide konstant gemacht werden. Turner hebt hervor, daß diese experimentellen Vorschriften eine genaue Konstanz von P nicht verbürgen, und zitiert die Gleichungen von Breisig[2]) zur Stütze seiner Behauptung. Auch erwähnt er, daß Versuche von Telefunken zeigen, daß der primäre Energieverlust mehr als ein Sechstel der der Antenne zugeführten Energie betrage, und schließt, daß man P nicht als konstant annehmen dürfe. Er bemerkt, daß dies nicht verhängnisvoll für die Methode sei und

1) Jahrb. 5, Heft 5 und Electrician 12. VI. 1912.
2) Breisig, Theoretische Telegraphie, S. 223 u. 226.

daß die Theorie korrekt sei, wenn sowohl P_1 wie P_2 gemessen werden, aber er äußert die Ansicht, daß dies zu einer bedenklichen Schwierigkeit führe.

Die Gleichungen lauten:

$$A = \frac{P_2 J_1^2 - P_1 J_2^2}{J_1^2 i_2^2 - J_2^2 i_1^2}; \quad R = \frac{P_2 i_1^2 - P_1 i_2^2}{J_1^2 i_2^2 - J_2^2 i_1^2}$$

Turner sagt, daß P_1 und P_2, J_1 und J_2, i_1 und i_2 fast gleich seien, und daß also Zähler und Nenner kleine Differenzen von großen Größen seien. Er schließt, daß für einen konstanten Sender — nicht für einen früheren Sender mit gewöhnlicher Funkenstrecke — die Ströme wahrscheinlich mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden könnten, jedoch befürchtet er, daß es sehr schwierig sein würde, die kalorimetrischen Messungen hinreichend genau auszuführen, um zu brauchbaren Resultaten zu gelangen.

In seiner Erwiderung hebt Erskine-Murray hervor, daß die Konstanz von P (Gleichheit von P_1 und P_2) für die Methode nicht wesentlich sei, und daß P_1 und P_2 nach verschiedenen bekannten Methoden bestimmt werden können. Er gibt dann eine Schätzung des wahrscheinlichen Wertes von $P_1 - P_2$ in einem konkreten Falle und zeigt, daß er von $2-4\,^0/_0$ von P betragen solle und deshalb in erster Annäherung zu vernachlässigen sei. Weiter zeigt er dann unter Benutzung der bei den Versuchen in Hunstanton gefundenen Werte, daß die Zähler und Nenner in den Gleichungen keine kleinen Größen sind, sondern von $20-40\,^0/_0$ der betreffenden Größen betragen, und weist darauf hin, daß selbst größere Differenzen offenbar hätten erlangt werden können, ohne merkliche Änderung der Bedingungen durch eine größere Reduktion der Höhe der Antennen. Er macht auch darauf aufmerksam, daß Breisigs Gleichungen keinen effektiven Strom darstellen, wie es Turner annimmt, und deshalb nicht anwendbar seien. Die Notwendigkeit einer Korrektion in den Vorschriften, daß $P_1 = P_2$ zu machen sei, wird zugegeben und die Vermutung ausgesprochen, daß der Rest von Turners Kritik sich auf die von ihm benutzten Instrumente bezieht. Es wird dann in Übereinstimmung mit Zenneck der Ansicht Ausdruck gegeben, daß die Methode theoretisch auch in strengerer Hinsicht korrekt sei und deshalb praktisch genaue Resultate geben sollte.

Hierauf erwidert Turner, er habe gezeigt, wenn P' die totale Energiezufuhr zum primären Schwingungskreis ist, daß dann

$$\frac{(P' - P_1) - (P' - P_2)}{P' - P_1}$$

ein nicht mehr vernachlässigbarer kleiner Bruchteil sei als

$$\frac{J_1 - J_2}{J_1}$$

und daß die Energie, von der dies ein Bruchteil, nicht klein sei, da sie auf über ein Sechstel von P' geschützt werde, selbst in einem Löschfunkenkreis. Er gibt dann zu, daß Breisigs Gleichungen nicht anwendbar seien, stellt jedoch die Schätzung der Änderung von P, wie sie Erskine-Murray macht, in Frage mit der Bemerkung, daß sie für einen gewöhnlichen Funkensender nicht ausreichend erscheine. Schließlich äußert er sich dahin, daß er sich bewußt sei, daß es an hinreichend genauen Strommessern nicht mangele und daß er speziell die Inkonstanz der gewöhnlichen Funkensender im Auge gehabt habe und aus diesem Grunde auf große Schwierigkeiten stieß, befriedigende Messungen an den Stationen zu erhalten, an denen Erskine-Murray seine vorläufigen Versuche anstellte.

Erskine-Murray weist entsprechend in einer nochmaligen Erwiderung darauf hin, daß also verbleibende Schwierigkeiten nicht gegen die Methode sprechen, und gibt Daten von wirklichen Messungen in Hunstanton und Heacham, in denen der empfangene Strom um beträchtlich weniger als 2 % für eine Versuchsdauer von acht Minuten variierte. Mit Bezug auf Turners Angabe, daß

$$\frac{(P' - P_1) - (P' - P_2)}{P - P_1}$$

wie

$$\frac{J_1 - J_2}{J_1}$$

variiere, bemerkt er, daß Turner hierfür keinen Beweis erbracht habe, und daß eine solche Behauptung im Widerspruch mit den Tatsachen sein würde, wenn die Antenne niedriger gemacht würde, während P_1 experimentell konstant gehalten werde, denn in diesem Falle ist $P_1 = P_2$, aber J_2 notwendigerweise größer als J_1, da die gleiche Energie in der Antenne vorhanden sei, aber weniger Widerstand. Er fügt hinzu, daß seine ungefähre Schätzung der Änderung von P_1 basiere auf Bjerknes' Strahlungsformel in Verbindung mit Resultaten, wie in Austins Messungen des totalen Antennenwiderstandes, und schließt, daß die Angelegenheit nur experimentell entschieden werden könne und daß,

wie vorher bemerkt, die Gleichheit von P_1 und P_2 in keiner Weise wesentlich für die Methode sei, da P_1 und P_2 gemessen und die Gleichungen gelöst werden können, gleichgültig, ob diese Größen gleich seien oder nicht. E.

(Eingesandt 7. Oktober 1912.)

E. Take u. M. Voss, Messung der während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912 von Paris ausgesandten Hertzschen Wellen zu Marburg i. H. und zu Graz. Verh. D. Phys. Ges. 14, 837, 1912.) Verfasser gelangen zu folgender zusammenfassender Betrachtung ihrer Beobachtungen:

Zuerst ergab sich, wie oben bereits auseinandergesetzt wurde, an beiden Beobachtungsstationen ein deutlicher Einfluß der Sonnenfinsternis auf die Größe der Empfangsintensität der ankommenden Wellenzüge, indem dieselbe mit Zunahme der Verfinsterung recht bedeutend anstieg. Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß der Grund hierzu, wie man bisher auch stets angenommen, zum weitaus größten Teile in der durch die Sonnenstrahlung bewirkten Ionisation der Atmosphäre zu suchen ist. Hiermit im Einklang ist dann vor allem auch die Beobachtung, daß an beiden Stationen das Maximum der Empfangsintensität in der Mitte zwischen dem Zeitpunkt maximaler Verfinsterung in Paris und demjenigen in Marburg bzw. Graz beobachtet wurde, denn es ist ja bekannt, daß in einem Gase nach Abnahme einer ionisierenden Strahlung die vorhandene Ionisierung zum allergrößten Teile nahezu momentan durch Molisierung wieder verloren geht. Gerade diese letzteren Verhältnisse ersieht man recht deutlich aus der in Marburg aufgenommenen Intensitätskurve, deren Maximum fast präzise in der Mitte zwischen der maximalen Verfinsterung in Paris um $1^h 10$ und derjenigen in Marburg um $1^h 21$ beobachtet wurde.

Ein ganz besonderes Interesse bieten die vorliegenden Messungen aber eigentlich erst durch einen Vergleich der beiden Beobachtungsreihen. Die Beobachtungsstation Marburg hat von Paris einen Luftabstand von nur rund 530 km, zudem befinden sich auf diesem Wege keine nennenswerten Höhenzüge. Wesentlich anders liegen aber in dieser Beziehung die Verhältnisse für die Versuchsstation Graz. Letztere ist rund 1000 km von Paris entfernt, und zudem sind in dieser Richtung die etwa 3000 m hohen Ausläufer der Ostalpen zwischengelagert. Angesichts dieser Verhältnisse war im voraus für Graz eine bedeutend

stärkere Zunahme der Empfangsintensität während der Verfinsterung als in Marburg zu erwarten, da ja normalerweise, bei intensivem Tageslicht, die von Paris aus gesandten Wellenzüge beim Passieren der hohen Gebirgszüge fast gänzlich absorbiert werden, derart, daß z. B. die von Paris aus gesandten Zeitsignale bei Tage daselbst fast kaum noch wahrzunehmen sind, während sie bei Nacht mit relativ starker Intensität, fast ebenso laut wie in Marburg, ankommen. Bei einem Vergleiche der in Marburg bzw. Graz gemachten Beobachtungen kann also die größere Entfernung der Versuchsstation Graz von Paris so gut wie vernachlässigt werden. Die oben geschilderten Verhältnisse prägen sich nun in der Tat außerordentlich deutlich in den beiden Beobachtungsresultaten wieder, insofern die Grazer Empfangsintensität ein Maximum von 96 % ergibt, gegenüber nur 25 % bei der Marburger Kurve. Dabei ist dieses Verhältnis im vorliegenden Falle sogar noch etwas abgeschwächt worden, insofern Graz im Vergleich zu Marburg bereits bedeutend mehr von der Zone maximaler Verfinsterung entfernt lag, betrug doch in Graz selbst die Verfinsterung im Maximum überhaupt nur 80 % gegenüber 96,5 % in Marburg. (In Paris belief sich die maximale Verfinsterung auf 98 %.)

Wir sehen also, wie die vorliegenden beiden Beobachtungsreihen außer dem auch sonst gemessenen Maximum uns in erster Linie durch einen Vergleich derselben recht deutlich die Abhängigkeit der Absorption Hertzscher Wellen von der Höhe der durchlaufenen Luftschichten zu erkennen geben, und wie besonders hierdurch die bisherige Annahme gestützt wird, daß der Einfluß des Sonnenlichtes auf die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen der Hauptsache nach in der Ionisation der Atmosphäre begründet ist. (E.)

(Eingesandt 15. Oktober 1912.)

Mitteilungen aus der Praxis.

Über Hochfrequenzmaschinen.

In einem Vortrag in der Royal Institution of Great Britain (17. V. 1912) berührte W. Duddell auch dieses Thema[1]); wir entnehmen seinen Angaben folgendes: Es ist klar, daß auf gewöhnlichem Wege das Prinzip für Hochfrequenz bei Wechselstromdynamos darauf

1) Vgl. frühere Ausführungen hierüber im Jahrb. 4, 341, 348, 1911.

beruhen sollte, entweder dem Rotor eine enorme Umdrehungszahl zu geben oder eine sehr große Anzahl Magnetpole anzuwenden. Eine der ersten Hochfrequenzmaschinen, die, etwas später als in Amerika die Teslaschen Maschinen, in England gebaut wurde, war diejenige von Pyke und Harris für Sir David Salomons. Die Umdrehungszahl betrug 1500 sowohl für den Anker wie die Feldmagnete, also eine relative Rotationsgeschwindigkeit von 3000 Umdrehungen pro Minute oder 50 pro Sekunde. Die Anzahl der Pole war 174, so daß die Frequenz 8700 beträgt. Diese Art Maschinen zeigt deutlich die spezi-

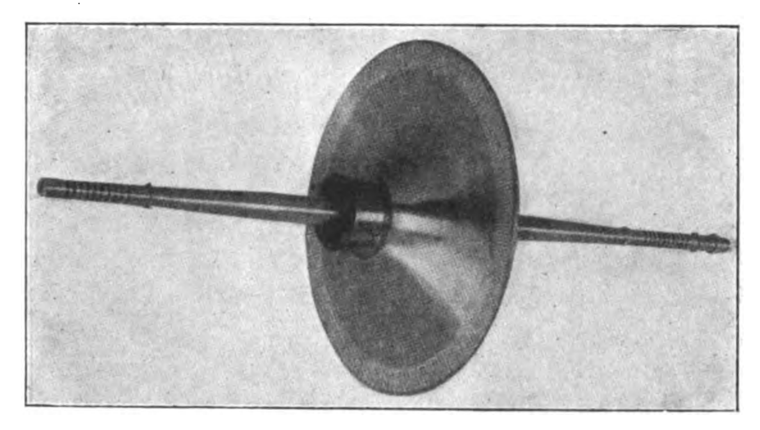


Fig. 1. Scheibe von Alexandersons 100000 ~ Alternator.

fische Schwierigkeit, da auf jeden Zoll des Umfanges der Scheiben, die die Armatur und das Feld bilden, 10 Pole kommen; zwischen ihnen sind dann noch die Drähte und Isolationen unterzubringen. Für starke Ströme müssen die Drähte dann auch noch entsprechend stark sein. Interessant bei diesem Typ von Hochfrequenzmaschinen ist erstens die Rotation ihrer beiden Teile in entgegengesetzter Richtung zur Verdoppelung der Frequenz und zweitens die Art der Drahtwickelung, nämlich die Zickzack-Wickelung der Drähte auf den Polen, die wohl zuerst 1889 von Tesla eingeführt wurde und heute in vielen Hochfrequenzmaschinen angewendet wird. Fast zu gleicher Zeit entstand die schon erwähnte Maschine von Sir David Salomons. Es folgt dann die Konstruktion einer Maschine durch Parsons für Professor Ewing an der Universität Cambridge; die bei einer Umdrehungszahl von 12000 pro Minute eine Frequenz von 14000 erzielte. An diesem Punkte sei auf eine zweite Methode der Konstruktion von Wechsel-

stromdynamos hingewiesen, die im Prinzip etwas verschieden ist von der vorhergehenden, nämlich auf den Fall, daß ein Weicheisenstück an den bewickelten Magnetpolen vorbeibewegt wird. Es entsteht dann bekanntlich ein Strom in einer Richtung und ein solcher in umgekehrter Richtung, je nachdem durch Annäherung oder Entfernung des Eisenstückes die Magnetisierung verstärkt oder geschwächt wird. Da dies für jeden einzelnen Pol der Fall ist anstatt für jedes Polpaar, so wird für eine gegebene Polzahl und Umdrehungszahl die doppelte

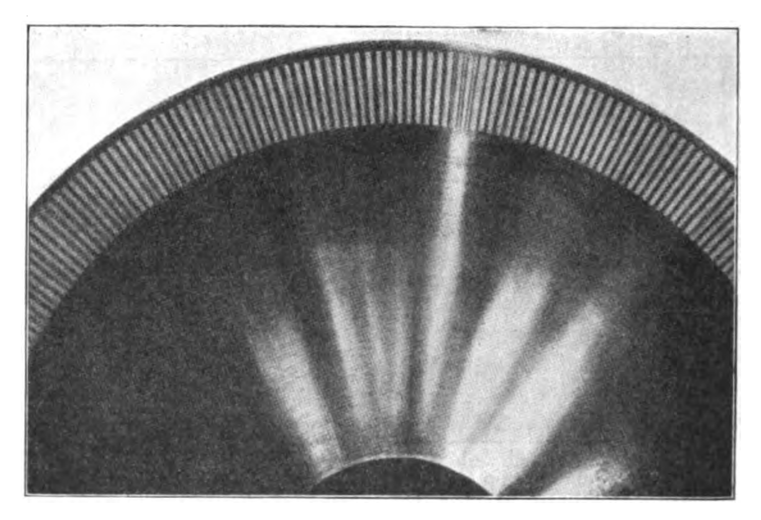


Fig. 2. Scheibe von Alexandersons 100000 ~ Alternator.

Frequenz als wie bei der ersten Methode erzeugt; man bezeichnet solche Typen als Induktor-Maschinen.

Es sind viele Hochfrequenzdynamos nach diesem Prinzip hergestellt worden unter Benutzung von bis zu 204 Polköpfen oder Zähnen bei 35400 Rotationen pro Minute. Duddell erzielte bei einer solchen im Laboratorium des Central Technical College hergestellten Maschine eine Frequenz von 120000. — Die Leistung der Maschine war jedoch verschwindend klein. Die praktische Grenze dieser Methode hängt ab von der erreichbaren Rotationsgeschwindigkeit, für die das Material noch haltbar bleibt, und von der Polteilung. Für modernen Stahl ist die zulässige Umfangsgeschwindigkeit bei 300 m pro Sekunde; andererseits läßt sich noch in einem Raum von 3 mm ein Pol mit Bewickelung und Isolation unterbringen. Die totale Polzahl pro Sekunde kann

also ca. 100000 sein und erzeugt eine Frequenz von 100000 bzw. 50000 nach den Methoden der Induktor-Type oder gewöhnlichen Type. Wenn man zwei derartige in entgegengesetzter Richtung ro-

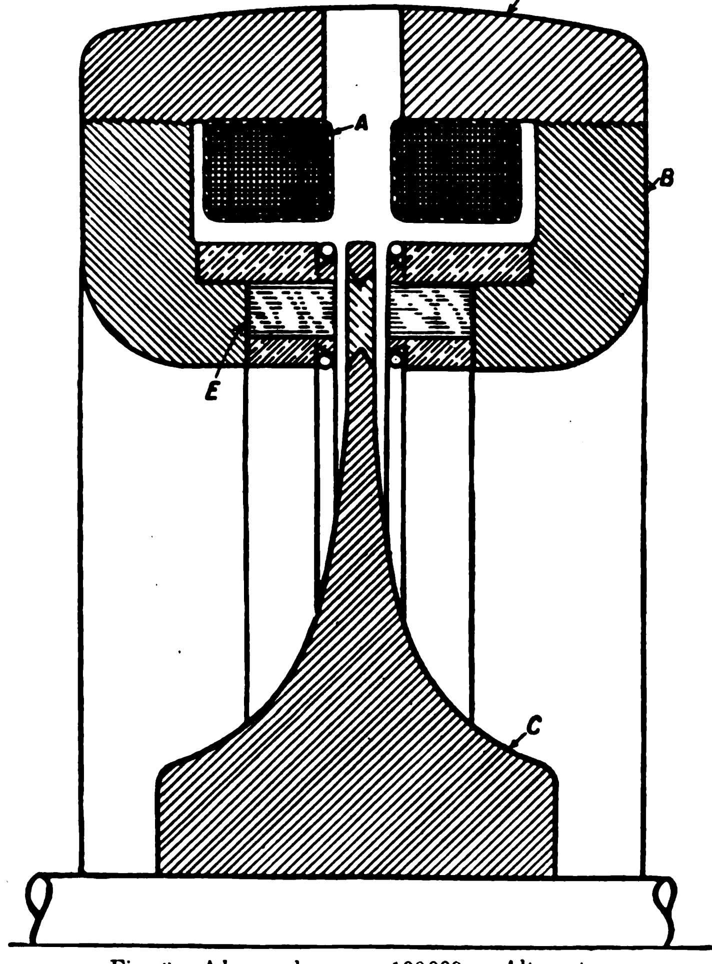


Fig. 3. Alexandersons 100000 ~ Alternator.

tierende Scheiben benutzen könnte, so würde die Frequenz verdoppelt. Die verbleibende Schwierigkeit bei solchen Dimensionen ist die naturgemäß äußerst geringe Leistung der Maschine.

Von modernen Typen sei jetzt die Hochfrequenzmaschine von

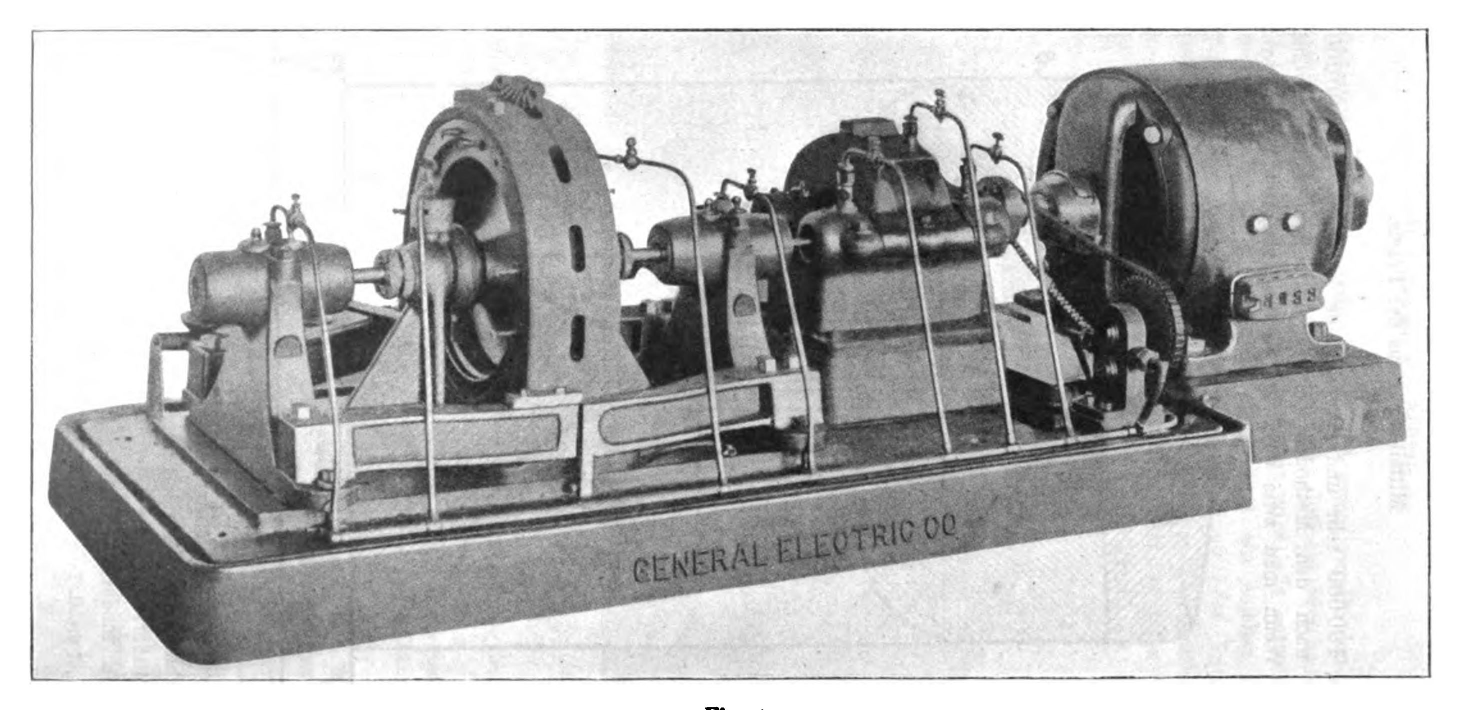


Fig. 4.

Alexanderson erwähnt (siehe Fig. 1 und 2); sie ist von der Induktor-Type. Der rotierende Teil besteht aus einer Stahlscheibe mit 300 Auskerbungen am Rande zur Herstellung von 300 Stahlzähnen. Jeder dieser Stahlzähne hat die Funktion, den Magnetkreis zwischen zwei der Pole des Stators der Maschine zu schließen. Um die Luftreibung der Scheibe zu vermindern, die mit der hohen Umdrehungszahl von 20000 pro Minute läuft, sind die Zwischenräume zwischen den Zähnen mit Messing ausgefüllt, so daß die Oberfläche der Scheibe vollständig glatt

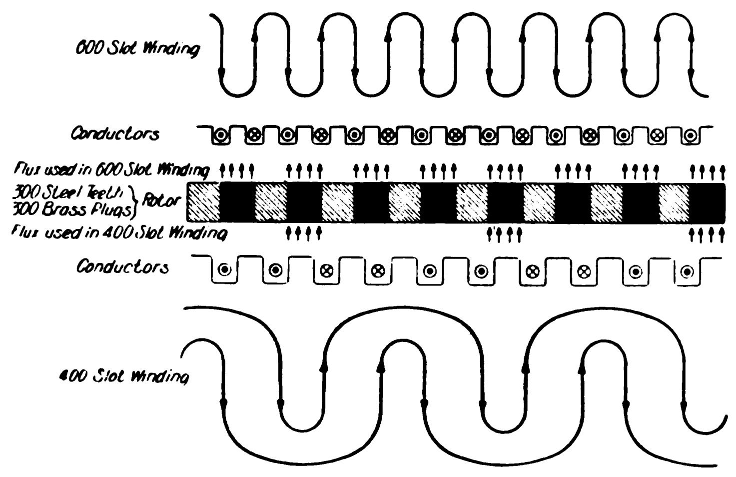


Fig. 5. Wickelungsdiagramm von Alexandersons Alternator.

ist. Gemäß Fig. 3 sind zwei Feldspulen A vorhanden. Die magnetischen Kraftlinien durchsetzen den Rahmen, den Teil B und die geblätterten Polköpfe E. Je nachdem sich Eisen oder das nichtmagnetische Material zwischen den Polvorsprüngen E befindet, wird der magnetische Flux ein Maximum oder Minimum und durchläuft eine volle Periode beim Passieren der Polköpfe für jeden Stahlzahn. Die Polwickelungen sind nach der Zickzack-Methode gewunden. Mit 300 Zähnen und 20000 Rotationen pro Minute wird eine Frequenz von 100000 erzielt. Fig. 4 zeigt eine vollständige Ansicht der Maschine; der Antriebsmotor befindet sich rechts, das Getriebe in der Mitte, und der Hochfrequenz-Alternator links. Die Leistung beträgt 2 KW. Um noch höhere Frequenzen zu erhalten ohne die Abmessungen extrem klein zu halten, so daß kein Platz für die Dähte zwischen den Polköpfen auf dem Stator bleibt, wird eine andere Wickelungsart an-

gewendet, bei der anstatt 600 Polvorsprünge auf dem Stator nur deren 400 vorhanden sind. Fig. 5 zeigt die Wickelung. Mit dieser letzten Wickelungsart erzielte Alexanderson bei 800 Polen eine Frequenz von 200000. Die beträchtliche gyrostatische Wirkung bei dieser enormen Umdrehungsgeschwindigkeit bedingte besondere Konstruktionen.

Auf einem ganz anderen Prinzip beruht Professor Goldschmidts

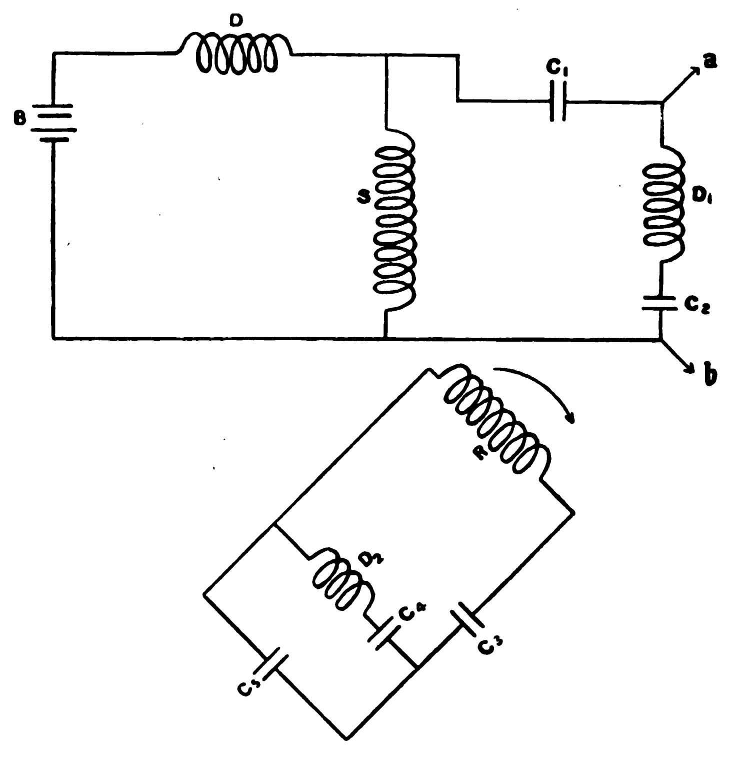


Fig. 6. Goldschmidts Alternator.

Hochfrequenzmaschine, worüber zurzeit im Jahrbuch[1]) von Professor Goldschmidt selbst ausführlich berichtet wurde. An Hand des Schema Fig. 6 sei das Prinzip nochmals kurz resümiert. Der Stator S wird von der Batterie B über die Selbstinduktion D erregt. Im Rotor wird dadurch ein Wechselstrom von einer gewissen Frequenz, etwa 100 erzeugt. Dieser Strom fließt durch den Kondensator C_3

1) Jahrb. 4, 341, 1911

die Selbstinduktion D_2 und den Kondensator C_4. Da dieser Kreis in Resonanz auf Frequenz 100 ist, so verhält sich der Rotor als wenn

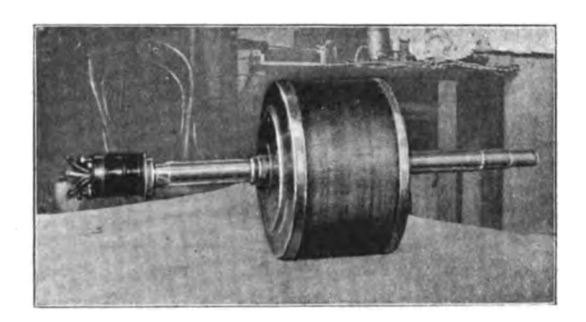


Fig. 7.

er für diese Frequenz kurz geschlossen wäre. Das durch diese 100-Frequenz erzeugte Feld wirkt auf den Stator zurück und induziert in

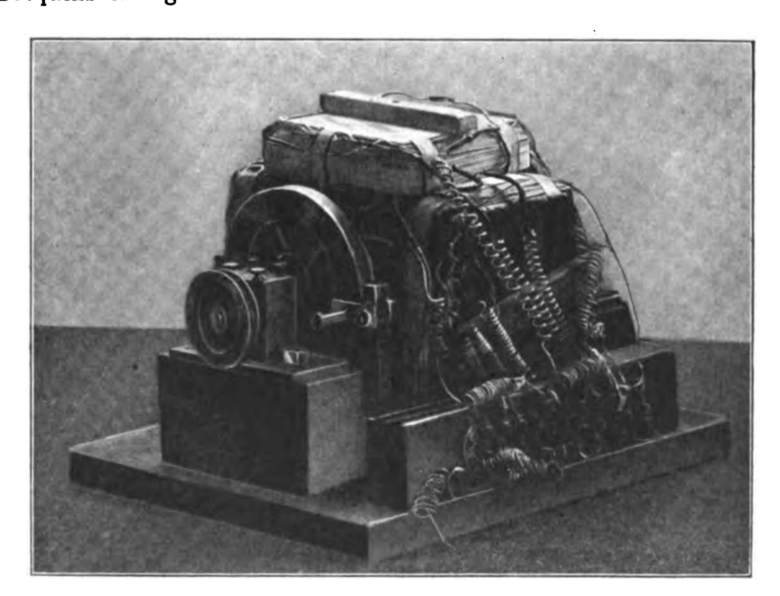


Fig. 8.

ihm einen Strom von der Frequenz 200, der über den Kondensator C_1, die Selbstinduktion D_1 und den Kondensator C_2 verläuft. Dieser Kreis

ist auch so abgestimmt, daß er in Resonanz für die 200-Frequenz ist, und folglich verhält sich der Stator als wenn er für diese Frequenz kurz geschlossen wäre. Im Rotor R wird dann ein Strom von der Frequenz 300 erzeugt, der über $C_3\, C_5$ verläuft, wobei wieder auf Resonanz abgestimmt ist. Dies veranlaßt weiterhin im Stator einen Strom von der Frequenz 400, der, da Kreis $D_1\, C_2$ nicht in Resonanz

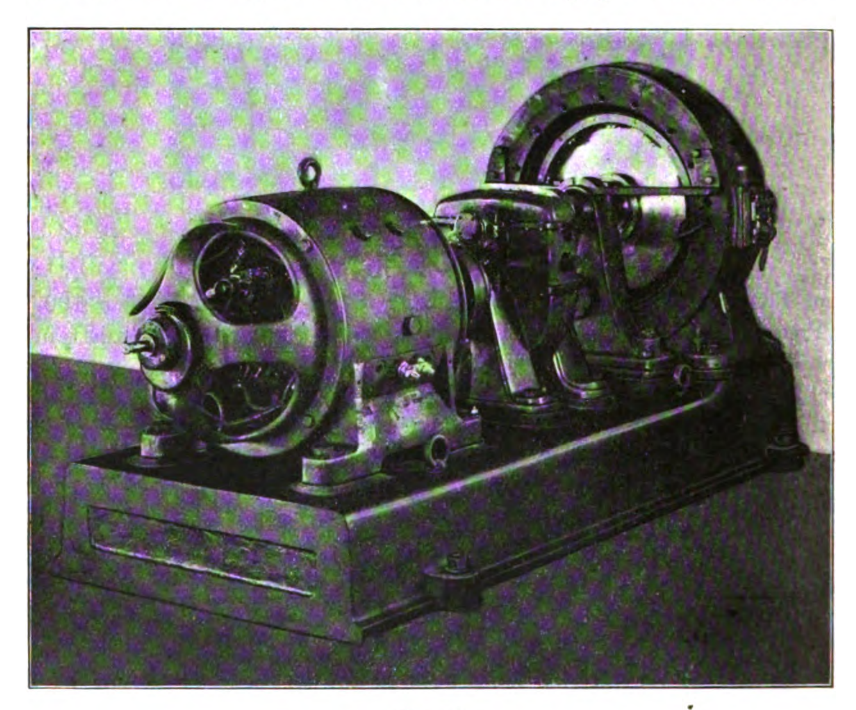


Fig. 9.

hiermit ist, für diese Frequenz zu Nutzleistungen an den Punkten a und b entnommen werden kann. In der gleichen Weise kann die Frequenz weiter gesteigert werden. Für eine Frequenz von 30000 gelangte so Professor Goldschmidt zu einer Leistung von ca. 12 KW. Fig. 7 zeigt den früher noch nicht im Jahrbuch abgebildeten Rotor der Goldschmidtschen Hochfrequenzmaschine.

Wir möchten den Angaben dieses Vortrages noch folgendes hinzufügen:

Wie wir erfahren, sind bei der Elektrizitäts-Akt.-Ges. Bergmann

vier große und eine Anzahl kleiner Hochfrequenzmaschinen, System „Goldschmidt", für die Hochfrequenzmaschinen - Aktiengesellschaft (Homag) für drahtlose Telegraphie, Berlin, in Arbeit und nähern sich der Vollendung. Die „Homag" baut zunächst je eine Radio-Großstation zur Verbindung zwischen Deutschland und den Vereinigten Staaten von Nordamerika in Eilvese bei Hannover und in Tuckerton bei Atlantic City im Staate New-Jersey. Beide Stationen sind im Ausbau begriffen und daselbst werden bereits 250 m hohe, durch Glas isolierte Türme seitens der Firma Hein, Lehmann & Co. errichtet. Die deutsche Station wird voraussichtlich Ende November d. J. und die amerikanische Station Anfang Januar 1918 fertig sein. — Seitens des Kaiserlichen Postamtes ist der „Homag" eine Konzession, zu Versuchszwecken einen drahtlosen Verkehr zwischen Deutschland und Amerika herzustellen, erteilt worden.

Über die inzwischen entstandene Hochfrequenzmaschine von Graf Arco hoffen wir in Bälde ebenfalls das Nähere berichten zu können. Telefunken ist seit 1905 dem Problem der Hochfrequenzmaschinen nachgegangen. Das erste Modell, Fig. 8, in Form einer Serien-Hauptstrommaschine wurde im Laboratorium 1905 gebaut und war für Meßzwecke gedacht. Später wurden Maschinen von 500, 1000, 10000 und 20000 Perioden gebaut, bis es Graf Arco in diesem Jahre 1912 gelang, bis 120000 Perioden bei genügender Leistung zu erzeugen. Fig. 9 zeigt die Arcosche Maschine im Bilde. E.

(Eingesandt 25. September 1912.)

Die neue radiotelegraphische Empfangsstation an der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich.

Seit einigen Wochen besitzt die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt im Eidgenössischen Physikgebäude in Zürich eine ganz moderne Einrichtung, nämlich eine radiotelegraphische Empfangsstation, um die drahtlosen Zeitsignale, meteorologischen Berichte und Sturmwarnsignale, die von den radiotelegraphischen Großstationen regelmäßig ausgesandt werden, zu registrieren. Die von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken), Berlin, unter meiner Leitung erstellte Anlage, gliedert sich in zwei Teile, die Antenne und den eigentlichen Empfänger. Die nach einigen Vorversuchen schließlich gewählte Antennenform besteht aus vier horizontal zwischen der Spitze der Fahnenstange und dem Turm des Meteorologischen Instituts

isoliert ausgespannten Drähten, die sich an dem einen Ende nach unten fortsetzen und in das Gebäude isoliert eingeführt sind, wo sie schließlich im Arbeitskabinett von Direktor Dr. Maurer münden und an den daselbst befindlichen Empfänger angeschlossen sind.

Der Empfänger ist ein in weiten Grenzen (rund zwischen 300 bis 3000 Meter Wellenlängen) variabler und doch einfacher, auch in Laienhand betriebssicherer Hör-Empfangsapparat Telefunken-Type E 33. Der Wellenbereich muß natürlich kontinuierlich veränderlich sein, was durch einfache Einstellung eines „Wellen-Umschalters" geschieht, der die Größe der Kapazität für „kleine", „mittlere" und „große Wellen" verändert, und durch Drehung eines Zeigers über drei durch verschiedene Farben gekennzeichnete Skalen, wodurch man die Größe der Selbstinduktion variiert. Auf diese Weise wird die Antenne bzw. der aus drehbarem Variometer (Selbstinduktion) und festen Kondensatoren (Kapazität) bestehende Empfangsschwingungskreis auf die der wirksamen Wellenlänge entsprechende Eigenschwingung gebracht. Ein Teil der im Schwingungskreis nach der Abstimmung sich ansammelnden Empfangsenergie wird durch einen vom Variometer abgezweigten aperiodischen Kreis dem Detektor zugeführt, der die schnellen Wechselströme in eine Reihe gleichgerichteter Stromstöße verwandelt, wodurch das Telephon im Rhythmus der telegraphierten Zeichen erregt wird. Der benutzte Detektor ist eine Type der jetzt so beliebten Kontaktdetektoren, bestehend aus einer Kontaktfläche aus wellenempfindlichem Material und einem versilberten Kontaktbügel; erstere ist drehbar, damit man andere Kontaktpunkte einstellen kann, wenn ein Kontakt durch längeren Gebrauch oder etwa durch eine starke atmosphärische Entladung weniger empfindlich geworden sein sollte.

Während die ankommende Senderenergie einerseits durch die Antenne dem Empfänger zugeführt wird, liegt derselbe andererseits an Erde, und zwar über eine kleine Prüfvorrichtung, die durch einfache Drehung eines auf dem Hartgummideckel des Empfangskastens befindlichen Drehknopfes betätigt werden kann, und es so dem Telegraphisten jederzeit sofort ermöglicht, sich durch eine momentane Erregung des Schwingungskreises zu überzeugen, ob der Empfänger in Ordnung ist.

Fig. 1 gibt die äußere Ansicht des Empfängers; er ist in einem Holzkasten eingebaut (äußere Abmessung $20 \times 20 \times 20$ cm), der oben mit einer Hartgummiplatte verschlossen ist. Auf dieser Platte befinden sich:

1. Der Drehknopf (mit Feststellvorrichtung und Zeiger) des Variometers.
2. Eine dreifarbige Wellenskala.



Fig. 1.

3. Der Umschalter mit dreifarbiger Einteilung für die drei Kondensatorbereiche.
4. Der Detektor und ein Reserveexemplar.
5. Zwei Paar Telephonstöpselbuchsen zum Anschluß des Telephons.
6. Der kleine Drehknopf für den Prüfer.
7. Die Anschlußklemmen für Antenne und Erde.

Im Holzkasten befinden sich außer den Verbindungsleitungen:

8. Das Variometer.
9. Die drei Kondensatoren.
10. Die Summereinrichtung mit Trockenelement.

Fig. 2 u. 3 zeigen das Schaltungsschema des Empfängers für die drei Wellenbereiche, die sich überlappen.

Bei der Einstellung für „kleine Welle“ ist ein „Verkürzungskondensator“ c_1 mit der Antenne und dem Variometer in Serie geschaltet, während er durch die Einstellung auf „mittlere Welle“ kurz geschlossen wird. Durch die dritte Einstellung auf „große Welle“ ist der Kondensator c_2 parallel zum Variometer geschaltet.

Die zwischen Variometer und der Erde liegende Spule gehört zum Summerkreis und kommt für die Abstimmung nicht in Betracht.

Die Einstellung auf das Maximum der Lautstärke im Telephon für die wirksame Welle der fernen Senderstation ist außerordentlich scharf. Man kann deshalb sehr präzis eine Fernwellenmessung unter Benutzung eines Wellenmessers vornehmen; der letztere wird in bekannter Weise durch die von mir angegebene Summerschaltung als Sender zu sehr schwach gedämpften Schwingungen erregt und auf Resonanz mit dem Empfänger abgeglichen. Man hat nur darauf zu achten, daß der Koppelungsgrad zwischen Empfänger und den Koppelungswindungen des Wellenmessers so lange verringert wird, bis der Detektor nur innerhalb eines kleinen Drehbereichs des Kondensators des Wellenmessers anspricht; bei Resonanzeinstellung erreicht dann der Ton im Telephon des Empfängers ein sehr deutliches Maximum. Diese Messung ergab z. B. für die wirksame Welle der Eiffelturmstation in Paris den Wert 2180—2185 Meter; wie uns dann Herr Kommandant Ferrié, Direktor der Eiffelturmstation, nachträglich mitteilte, ist die Wellenlänge in Paris direkt zu 2185 m bestimmt worden.

Über weitere Stationsmessungen gedenke ich später zu berichten. Die Verbindung mit der oben erwähnten Radio-Großstation Eiffelturm ist in außerordentlich vollkommener Weise erreicht und wird ganz offiziell dreimal täglich benutzt als Ergänzung zum vorhandenen Drahttelegraphen. Auf diese Weise ist die Meteorologische Zentralanstalt jetzt schon am Vormittag im Besitz von Wetterberichten (außer den täglichen Zeitsignalen), die auf dem gewöhnlichen telegraphischen Wege sonst zum Teil erst später am Nachmittage einlaufen.

Außer der Eiffelturmstation gibt besonders noch die Kaiserlich-deutsche Funkentelegraphenstation in N o r d d e i c h für öffentliche Zwecke mit einer Weilenlänge von 1650 Meter täglich um 1 Uhr

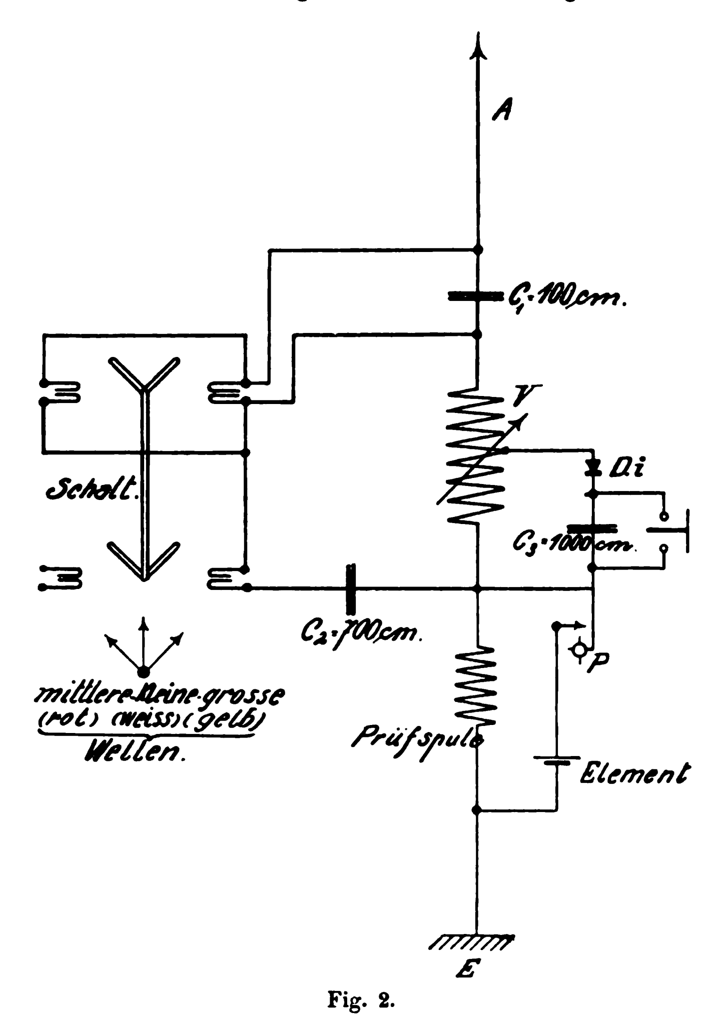


Fig. 2.

mittags und 1 Uhr nachts (mitteleuropäische Zeit) das Zeitsignal und anschließend daran mittags ein Wettertelegramm, ferner auch die Sturmwarnsignale der Deutschen Seewarte. N o r d d e i c h sendet mit erheblich kleinerer Schwingungsenergie als Eiffelturm, auch ist die

Entfernung von Zürich etwa um die Hälfte größer. Die in Zürich ankommende Energie von Norddeich dürfte nur etwa ein Zehntel derjenigen vom Eiffelturm sein, welchem Umstande es wohl zuzuschreiben ist, daß wir bisher nur bei Nacht, wo die radiotelegraphische Übertragung bekanntlich besser ist als bei Tag, die Zeichen von Norddeich bei einer Einstellung unseres Empfängers auf genau 1650 Meter hören konnten; bei diesem Nachtversuch nahmen wir übrigens mit einer Einstellung für 600 Meter Wellenlänge auch einige Worte von Sebenico auf, einer österreichischen Funkentelegraphenstation in der Nähe von Pola, die an ein österreichisches Kriegsschiff Telegramme gab. Die Versuche, die Verbindung mit Norddeich auch bei Tage zu bekommen, werden fortgesetzt. Eiffelturm benutzt einstweilen noch das alte System der seltenen Funken, während alle modernen Telefunkenstationen, so auch Norddeich, mit dem neuen außerordentlich viel vorteilhafteren Telefunkensystem der „tönenden Löschfunken" von großer Funkenzahl arbeiten, infolgedessen man bekanntlich im Telephon die Zeichen als Töne hört, die sich besonders von den im Telephon gelegentlich durch atmosphärische Entladungen erzeugten knackenden Geräuschen deutlich unterscheiden.

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzungen, wie wichtig es für Seefahrer besonders bei Annäherung der Küste oder in Fällen der Not ist, die genaue Zeit der ersten Meridians von Greenwich zu wissen, deren Unterschied mit der Ortszeit die geographische Länge, d. h. den Meridian des jeweiligen Standortes gibt. Eine große Anzahl der Fälle von Schiffbruch sind nur darauf zurückzuführen, daß eine genaue Kenntnis der Schiffsposition fehlte. Das Bureau des Longitudes ergriff deshalb im Jahre 1909 die Initiative, um die sonst rein militärische Radiostation des Eiffelturms auch einem radiotelegraphischen Zeitsignaldienst dienstbar zu machen. Dieser automatisch funktionierende Zeitsignaldienst ist augenblicklich in folgender Weise organisiert. Am Tage beginnt er vormittags um 11 Uhr 40 Min. (nachts eine Stunde später) durch Aussenden der Worte: Paris, Observatoire. Signaux horaires. Dann tritt eine Pause ein bis 11 Uhr 44 Min., von wann ab bis 11 Uhr 44 Min. 55 Sek. eine Serie von Morse-Strichen telegraphiert wird, damit die Empfangsstationen ihre genaue Abstimmung auf die Welle der Eiffelturmstation vornehmen und überhaupt ihren Empfang kontrollieren können. Nach einer weiteren kurzen Pause, in der man seine Aufmerksamkeit kontrollieren kann, erfolgt dann präzis um 11 Uhr 45 Min. 0 Sek. das erste Zeitzeichen in Form eines Morse-Punktes, das durch eine Präzisionsuhr am Ob-

servatoire veranlaßt wird, indem sie automatisch für eine Viertelsekunde den Schwingungskreis des Senders betätigt. Das gleiche Zeitzeichen wiederholt sich dann noch zweimal in der gleichen Weise und zwar um 11 Uhr 47 Min. 0 Sek. und 11 Uhr 49 Min. 0 Sek., nachdem vorher wiederum zur Abstimmung bzw. Ankündigung Morse-

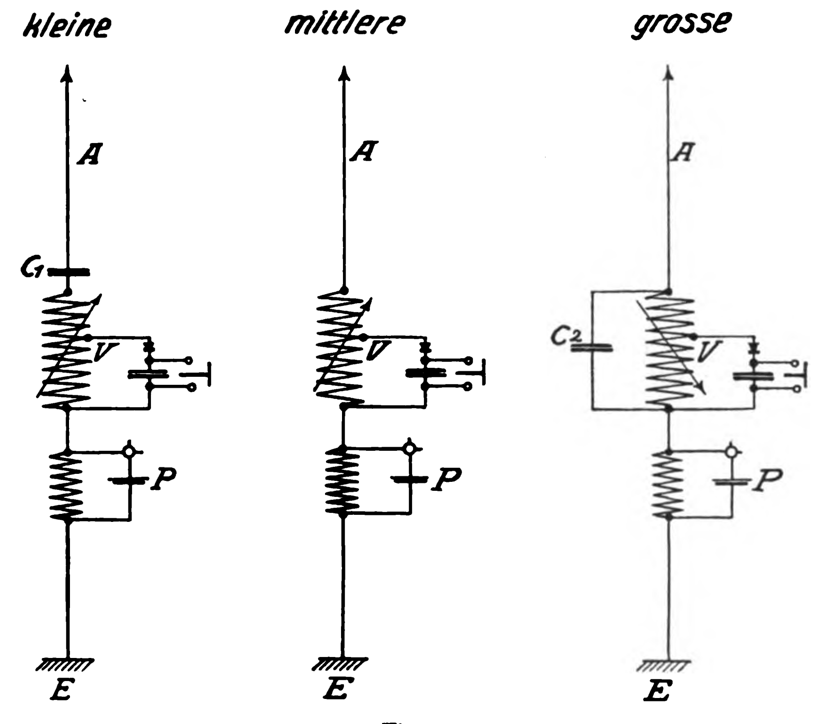


Fig. 3.

Zeichen gegeben werden, und zwar jetzt von 11 Uhr 46 Min. bis 11 Uhr 46 Min. 55 Sek. das Zeichen — . . und von 11 Uhr 48 Min. bis 11 Uhr 48 Min. 55 Sek. das Zeichen — . . . . in gleichen Abständen. An das letzte Zeitsignal schließt sich bei Tage dann das meteorologische Bulletin an. Aus den drei Aufnahmen des Zeitsignals kann man schließlich das Mittel nehmen. Geübte Beobachter können mit den drei Signalen eine Genauigkeit des Vergleichs mit dem Chronometer von 0,2 Sekunden erreichen, aber selbst der Ungeübte macht keinen größeren Fehler als 0,5 Sekunden. Die erreichbare Präzision hängt natürlich auch von dem Grad der Genauigkeit der Zeitsignale

am Sender ab, und bisher begnügte man sich damit, daß der Fehler höchstens eine Viertelsekunde betragen kann. Augenblicklich läßt aber das Pariser Observatorium noch neue Präzisionspendeluhren aufstellen, die es demnächst gestatten werden, die Zeit im Genauigkeitsbereich astronomischer Bestimmungen (also bis auf 0,1 Sekunde) radiotelegraphisch zu fixieren. An der Eiffelturmstation hat man auch eine Bestimmung ausgeführt, um die Zeit zu messen, die verfließt zwischen dem Moment, da das Spezialpendel den Relaiskreis schließt, und demjenigen, da das Zeitsignal im Telephon wahrgenommen wird; der Unterschied (Verzögerung) betrug etwa 0,1 Sekunde. Von diesem systematischen Fehler kann man die Zeitsignale dadurch befreien, daß man die Präzisionspendeluhren um ebensoviel vorstellt.

Diese Andeutungen müssen heute genügen. Wer sich für die wissenschaftliche und praktische Seite solcher Bestimmungen näher interessiert, sei u. a. verwiesen auf die treffliche, im Auftrage des Bureau des Longitudes herausgegebene, im Verlage von Gauthier-Villars in Paris erschienene Schrift „Réception des Signaux Radiotélégraphiques transmis par la Tour Eiffel". Der nicht genannte Verfasser ist der schon erwähnte verdienstvolle Kommandant Ferrié, der in ebenso liebenswürdiger und uneigennütziger wie energischer Weise die Vorteile, die die drahtlose Telegraphie dem Verkehr und somit unserer Kultur bietet, der Allgemeinheit zugänglich zu machen bestrebt ist, wofür ihm der wärmste Dank aller Gebildeten gebührt.

Die erfreuliche Tatsache, daß wir nun auch in Zürich eine Telefunken-Empfangsstation besitzen, ist vor allem der weitsichtigen, tatkräftigen Unterstützung zu danken, die Herr Dr. Maurer, Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, dem Bestreben zuteil werden ließ, das neue Verkehrsmittel der Radiotelegraphie auch der Meteorologie dienstbar zu machen.

G. Eichhorn.

(Eingesandt am 1. November 1912.)

Automobil-Löschfunkenstation System Telefunken.

Allgemeines.

Die Automobil-Funkenstationen bilden eine Ergänzung der fahrbaren Militärstationen und eignen sich besonders zur Verwendung bei den höheren Kommandostäben (Armee-Oberkommando).

Infolge ihrer Unterbringung auf einem den militärischen An-

forderungen für den Feldgebrauch in jeder Beziehung entsprechenden Kraftwagen sind sie in der Hauptsache, um die Vorteile der größeren Geschwindigkeit ausnützen zu können, an gebahnte Straßen gebunden.

Ihr Aktionsradius in elektrischer Beziehung (Reichweite) entspricht dem der fahrbaren Militärstationen und beträgt bei 25 m-Mast 200—250 km in ebenem Gelände. Zur Bedienung sind 6—8 Mann (einschl. Führer) erforderlich, die auf dem Auto selbst transportiert werden. Der Aufbau zum Betrieb dauert ca. 15—20 Minuten.

A. Der Kraftwagen einschließlich Stromerzeugung.

1. Das Chassis und der Oberbau.

In dem mit allen Vervollkommnungen der modernen Automobiltechnik ausgerüsteten Untergestell befindet sich ein Vierzylindermotor von normal 28/30 PS.

Die Kraftübertragung auf die Hinterräder erfolgt mittels nachstellbarer Ketten. Die durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt 30—35 km pro Stunde.

Der Oberbau des Wagens (Fig. 1) ist eine Lemousine, in welche die funkentelegraphischen Apparate und die Plätze für die Besatzung eingebaut sind.

An der Vorderwand befindet sich der Apparatetisch, auf welchem die Apparate übersichtlich und leicht zugänglich angeordnet sind. Die Meßinstrumente sind an der Wand befestigt. Ebenso ist vorn ein Fenster zur direkten Verständigung mit dem Chauffeur angebracht. Während der Fahrt erfolgt dies durch ein Sprachrohr. An der Hinterwand ist ein Sitz für 3 Mann, in der Mitte an beiden Seiten 2 Offizierssitze. Die elektrischen Maschinen, welche unter dem Fußboden in das Chassis eingebaut sind, sind durch Klappen im Fußboden leicht zugänglich. Das Antennenmaterial, Reservematerial und die Mastmaschine (Fuß) sind in einem hinten eingebauten Kasten, der sowohl von innen, wie von außen zugänglich ist, untergebracht.

Zum Übergang von der Fahrt zum Betriebe ist lediglich das Luftleitergebilde aufzurichten und anzuschließen und zum Senden die Koppelung des Motors mit dem Maschinenaggregat einzuschalten.

Der Kraftwagen wiegt mit einem 25 m-Mast, Antennenmaterial und elektrischer Ausrüstung, jedoch ohne Besatzung, ca. 4300 kg.

2. Der Motor.

Der Motor ist ein Viertakt Benzol- bzw. Benzinmotor, der bei 850 Touren 40/45 PS. leistet. Der Motor ist sowohl durch einen

Handhebel auf dem Lenkrad, als auch durch ein Acceleratorpedal in weiten Grenzen regulierbar.

Die Koppelung zwischen Motor und Getriebe wird durch eine Konuskoppelung bewirkt, die ein äußerst elastisches Einschalten gestattet; sie ist entlastet und ihre Teile sind leicht zugänglich und bequem auswechselbar. Das Getriebe besitzt 4 Geschwindigkeiten vorwärts und eine rückwärts.

Vor dem Differentialgetriebe befindet sich ein Umschaltgetriebe,

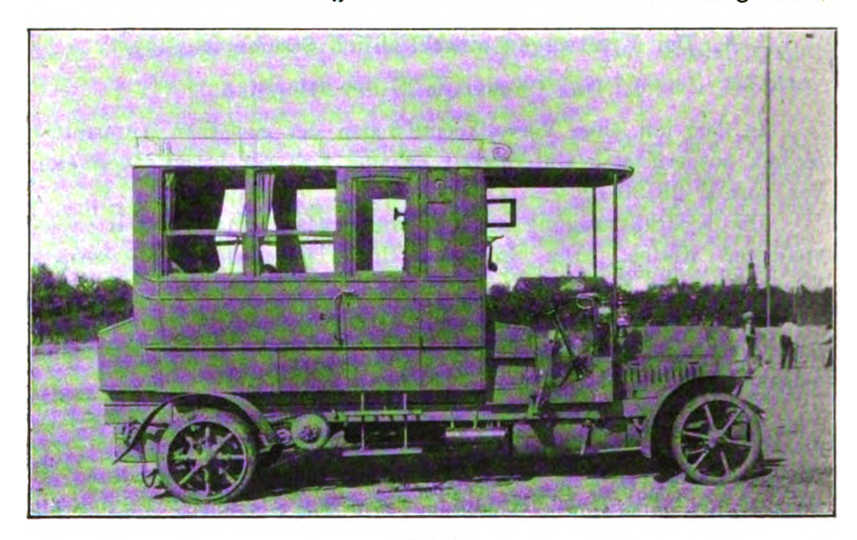


Fig. 1.

das von der Kardanwelle angetrieben wird. Es dient zur Kraftübertragung auf die Dynamo. Nachdem der Benzinmotor ausgekoppelt ist, wird das Differentialgetriebe mit Hilfe eines Handhebels, der sich am Führerstand befindet, von der Antriebswelle gelöst. Durch Weiterbewegen des Handhebels wird die Dynamo eingeschaltet und durch Einkoppeln des Benzinmotors daraufhin die Dynamo in Bewegung gesetzt.

3. Der Wechselstromgenerator.

Die Dynamo, welche mit Hilfe des Umschaltgetriebes mit dem Benzinmotor gekoppelt werden kann, ist ein hochperiodiger Einphasengenerator, der weder Kollektor noch Schleifringe besitzt.

Die Leistung des Generators beträgt bei 1500 Umdrehungen in der Minute 2 KW.

Die Periodenzahl ist bei dieser Tourenzahl = 500. Die Wechselstromspannung ist durch Veränderung der Erregerstromstärke von ca. 140 bis zu 250 Volt regulierbar.

Zur Erregung dient eine Gleichstrom-Nebenschlußdynamo, welche mit dem Wechselstromgenerator direkt gekoppelt ist.

B. Die radiotelegraphische Einrichtung.

Die radiotelegraphische Einrichtung ist auf einem Apparatetisch der Vorderwand der Karosserie, resp. an der Vorderwand selbst angeordnet.

Auf der rechten Seite befindet sich die Senderapparatur, auf der linken der Empfänger.

Unter dem Tisch sind der Kondensator und Transformator des Senders, sowie je ein Kasten für Werkzeug und Reservematerial angeordnet.

Aus der Fig. 2 ist der gesamte Einbau der Sende- und Empfangsapparate ersichtlich. Alle Verbindungsleitungen sind offen sichtbar, blank auf Isolatoren verlegt und an den Apparaten festgeschraubt.

1. Der Sender.

a) Der Starkstromkreis.

Der Wechselstrom von 500 Perioden wird dem Transformator durch ein armiertes Kabel zugeführt, und hier die Spannung der Wechselstrommaschine von ca. 220 Volt auf 8000 Volt transformiert. In der Leitung zum Transformator ist eine Eisendrossel eingeschaltet.

Das Telegraphieren erfolgt durch Öffnen und Schließen des Wechselstromes mit einer normalen Taste.

Zur Messung der Stromstärke und Spannung im Wechselstromkreise ist ein Hitzdrahtampere- und Voltmeter vorgesehen.

Die Spannung der Wechselstrommaschine wird durch einen Widerstand reguliert, der in den Erregerstromkreis der Wechselstrommaschine eingeschaltet ist.

Der Erregerstrom ist über zwei Blockierungskontakte am Empfänger geleitet, wodurch beim Empfang der Erregerstromkreis unterbrochen und versehentliches Senden unmöglich gemacht wird.

b) Der Primärschwingungskreis.

Die Funkenstrecke ist eine Serienlöschfunkenstrecke mit Metallelektroden, die in einem isolierten Rahmen mit Preßschraube angeordnet sind.

Die Kondensatoren bestehen aus Staniolplatten mit Paraffin-Papierisolation, die in einem Holzkasten zusammengebaut sind. Zum Anschluß der Leitungen sind außen an dem Kasten Messingklemmen vorgesehen.

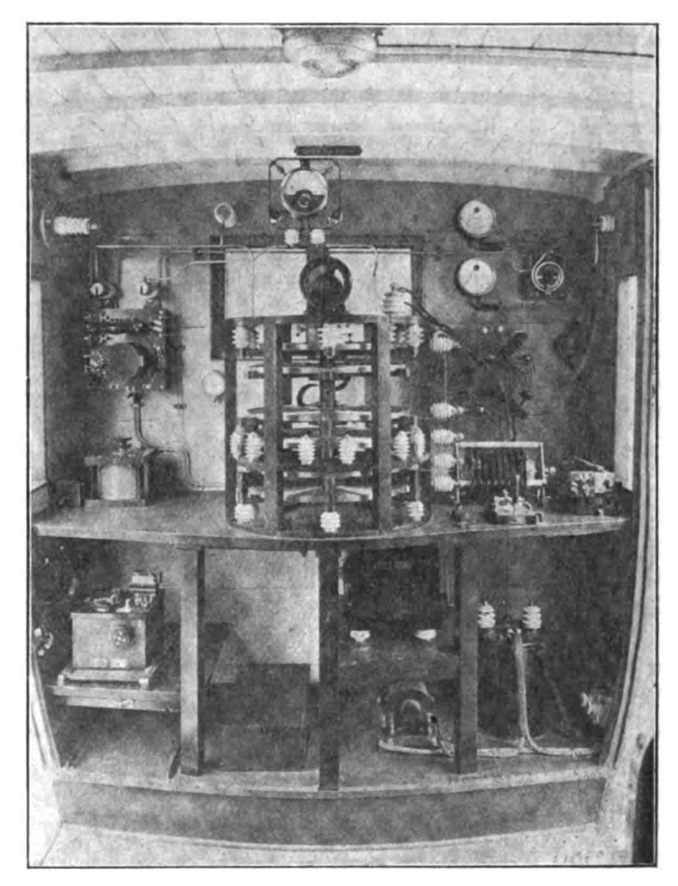


Fig. 2.

Die Selbstinduktionsspule ist aus Flachbandkupfer gewickelt und besitzt Stöpselanschlüsse zum Einstellen bestimmter fester Wellenlängen. Innerhalb des Wellenbereichs von 600—1600 m können vier beliebige feste Wellen leicht mit wenigen Handgriffen eingestellt wereen.

c) Der Antennenkreis.

Zur Abstimmung des Antennenkreises für die Wellenlänge des Primärkreises dient ein in die Antenne eingeschaltetes Aggregrt von 6 Luftdrahtverlängerungsspulen, welche mit Anschlüssen für die verschiedenen Wellenlängen versehen sind.

Die Spulen sind aus flachem Kupferband hergestellt.

Zur Herstellung einer genauen Abstimmung zwischen Antenne und Erregerkreis ist die zweite Spirale in entgegengesetztem Sinne gewickelt, wie die übrigen, und in vertikaler Richtung beweglich.

Hierdurch kann in engen Grenzen eine Änderung der gegenseitigen Induktion der Spulen erzielt werden.

Nach Einstöpselung der gewünschten Wellenlänge im Erregerkreis und Luftleiter, wird die bewegliche Spirale der darüberliegenden feststehenden soweit genähert, resp. von derselben entfernt, bis das in den Luftleiter eingeschaltete Hitzdrahtamperemeter den größten Ausschlag zeigt.

Hierdurch ist die genaue Abstimmung der beiden Senderkreise hergestellt.

2. Der Empfänger.

Für den Empfang ist der früher im Jahrbuch [1]) beschriebene Hörempfänger vorgesehen.

Dieser Empfänger, bei dem der Antennenkondensator getrennt angeordnet ist, zeichnet sich durch besonders kleine Dimensionen und geringes Gewicht bei größter Einfachheit sowohl in der Schaltung, wie auch in der Bedienung aus.

C. Das Luftleitergebilde.

Als solches kommt die normale Schirmantenne mit 25 m-Teleskopmast wie bei den fahrbaren Militärstationen in Anwendung.

E.

(Eingesandt 1. Januar 1912.)

1) 4, 401, 1911.

Detektorprüfapparat. — System Telefunken.

I. Anwendungsgebiet. Bisher wurde es in der praktischen drahtlosen Telegraphie störend empfunden, daß man gezwungen war, den Detektor in den Empfangsapparat zu schalten, ohne sich vorher von seiner wirklichen Brauchbarkeit überzeugen zu können oder ein Maß für seine Empfindlichkeit zu haben. Je nach Art der vorhandenen

Detektoren (verstellbar oder unverstellbar) stellte man erstere mit Hilfe von besonderen Vorkehrungen (z. B. Stellschrauben) während des Betriebes ein oder wechselte die letzteren so lange aus, bis einer unter ihnen gefunden wurde, der genügende Empfindlichkeit zeigte.

Dabei waren natürlich Zeitverluste unvermeidlich, und man hatte kurz vor dem Betriebe und auch während desselben mit lästigen Störungen zu rechnen. Ein anderer großer Nachteil war der, daß sich niemals mit Bestimmtheit feststellen ließ, ob die größte Detektorempfindlichkeit tatsächlich erreicht war. Es war also möglich, daß dem Telegraphisten, der das Telegramm aufnahm, Zeichen entgingen, die er bei Benutzung eines besseren Detektors noch gehört hätte.

Mit Hilfe des Detektorprüfapparates der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Telefunken, werden in Zukunft solche Störungen vermieden. Durch diesen Apparat ist ein objektives Maß für die Empfindlichkeit und Lautstärke eines Detektors gegeben, während diese bisher nur rein subjektiv festgestellt wurden.

Der Detektorprüfapparat ist nicht nur dazu bestimmt, die Detektoren im Laboratorium vor dem Versand zu prüfen, sondern er wird auch in allen Fällen unentbehrlich sein, wo es sich darum handelt, die Detektoren nachzuprüfen, damit eine Garantie für tadelloses Arbeiten gegeben ist. Das Untersuchen kurz vor dem Betrieb empfiehlt sich bei den neuen Detektoren, weil sie eventuell auf dem Transport gelitten haben können und bei den alten Detektoren, die also bereits längere Zeit im Gebrauch waren, um festzustellen, ob sich ihre Empfindlichkeit verringert hat.

II. Ausführung. Das Prinzip, nach dem der Detektorprüfapparat arbeitet, ist folgendes:

In einem Schwingungskreis, der als Sender dient, werden automatisch mit Hilfe eines Summers Schwingungen erzeugt und auf einen abgestimmten Empfangskreis übertragen. Von dieser Schwingungsenergie wird ein Teil abgezweigt, der nacheinander erst auf den einen Detektor einwirkt, dessen Lautstärke bekannt ist und dann — nach vorherigem Umschalten — auf den anderen Detektor, der geprüft werden soll. Der Unterschied in der Lautstärke, die nach der bekannten Parallel-Ohmmethode gemessen wird, gibt dann ein Maß für die Güte des Detektors. Die Gradskala der Energiekoppelungsspule läßt weiterhin eine quantitative Eichung der Detektoren auf Empfindlichkeit zu.

Zum besseren Verständnis des Vorstehenden dient Fig. 1. Der Senderkreis wird aus der Kapazität C und der Selbstinduktion L gebildet. Seine Wellenlänge ist gleich 600 m.

Da der Empfangskreis, der aus der Kapazität C_1 und den Selbstinduktionen $L_1 + L_2 + L_3$ besteht, auf dieselbe Welle abgestimmt ist, so ist also

$$C \cdot L = C_1 \cdot (L_1 + L_2 + L_3)$$

C und L sind konstant, ebenso C_1 und L_1. L_1 dient zur Koppelung mit L. L_2 ist die Detektorkoppelungsspule, von der eine gewisse Energie für den Detektor abgezweigt wird. Es sind zwei Stöpsellöcher vorgesehen, so daß einmal 12 % und ein anderes Mal 25 % von der Gesamtenergie des Kreises dem Detektor zugeführt werden kann. Welche der beiden Koppelungen man wählt, hängt von der Art der Detektoren ab.

Das im Empfangskreis eingeschaltete Variometer L_3 dient dazu, die genaue Abstimmung des Empfangskreises mit dem Senderkreis herzustellen.

Der Senderkreis wird durch den Summer S

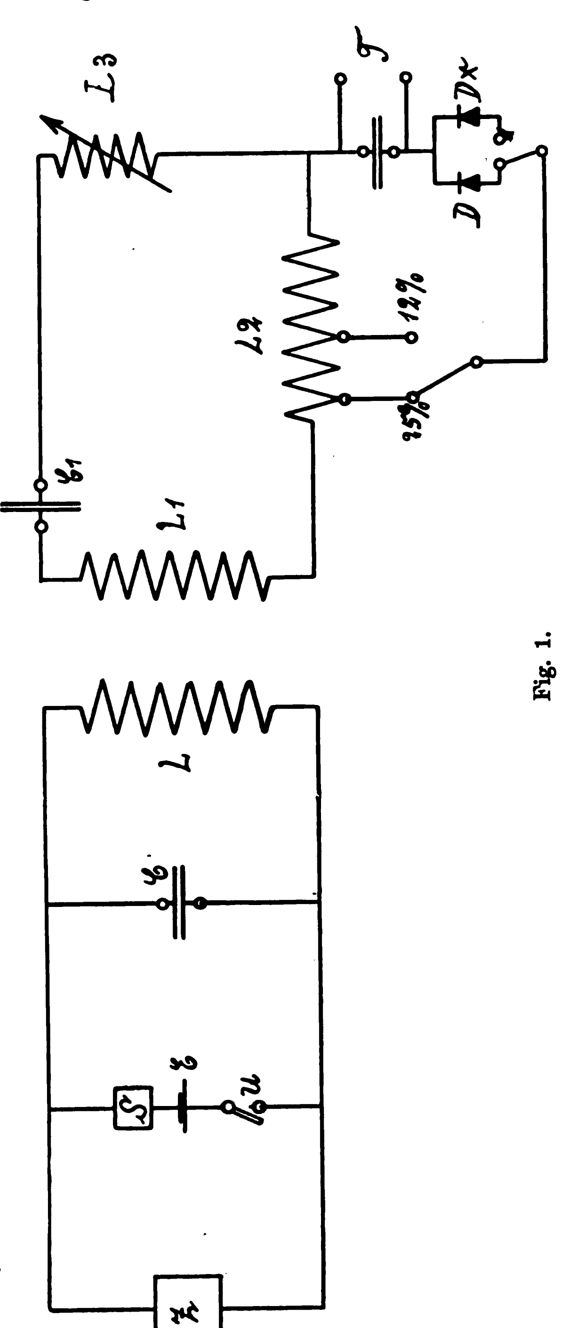


Fig. 1.

erregt, der mit einem automatischen Zeichengeber ausgestattet ist. Dieser wird durch ein Uhrwerk betrieben, dessen Peripherie mit Zähnen und Vertiefungen versehen ist (siehe Fig. 2). Die Zähne schalten mit Hilfe einer Kontaktfeder einen in *Z* mit dem Uhrwerk zusammen eingebauten Kondensator zum Senderkondensator *C* parallel. Der erstere hat nun eine bedeutend größere Kapazität als *C*; hierdurch wird erreicht, daß in dem Augenblicke, wenn die beiden Kondensatoren parallel geschaltet sind, die Welle des Senders vollkommen verstimmt ist gegen die des Empfängers. Bei jedem Einschalten des großen Kondensators des Zeichengebers *Z*, das jedesmal automatisch mit Hilfe der Schleiffeder geschieht, findet also keine Einwirkung mehr vom Sender auf den Empfänger statt; wohl aber dann, wenn die Zähne von der Schleiffeder nicht berührt werden. Es ist also eine Art von „negativer Zeichengebung". Das Kontakträdchen ist so gezahnt, daß man im Telephon den Buchstaben v (· · · —) hört (siehe Fig. 2).

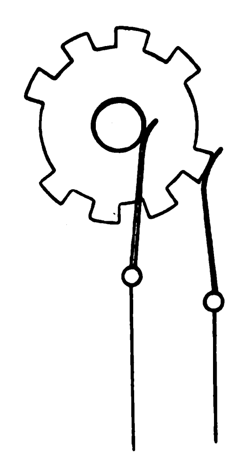


Fig. 2.

III. Schaltung. Die Schaltung des Apparates ist aus Fig. 3 zu erkennen. Die einzelnen Bestandteile sind größtenteils, ebenso wie sämtliche Verbindungsdrähte, unterhalb einer dicken Hartgummiplatte angebracht. Oberhalb der Platte sind die Schalter und Steckkontakte sichtbar sowie auch die Öffnungen für die Detektoren. Die ganze Platte ruht in einem Holzkasten, dessen obere Hälfte aufklappbar ist und mit der unteren zusammen verschlossen werden kann und dann mit dieser ein Ganzes bildet.

Der mit Hartgummiknopf versehene Drehschalter rechts hinten auf der Platte dient zum Verstellen des Wellenvariometers. Bei der Einstellung 90° ist — von geringen Abweichungen abgesehen — der Empfangskreis auf den Senderkreis abgestimmt. Von den beiden brezelförmigen Spulen des Variometers liegt die eine fest, während die andere in horizontaler Drehrichtung beweglich und mit dem Zeiger zwangsläufig verbunden ist. Dieser streicht über einer Gradeinteilung.

Ein ähnlicher Schalter ist in der linken hinteren Ecke auf der Platte angebracht. Auch hier dreht sich ein Zeiger gleichzeitig mit einer Spule, die unterhalb der Platte untergebracht ist. Diese Spule ist — ebenso wie die anderen, die weiterhin erwähnt werden — als Flachspule ausgebildet und hängt senkrecht nach unten. Sie ent-

spricht der Selbstinduktion L_1 in Fig. 1 und dient zur Koppelung mit der Spule L des Senders. Steht der Zeiger auf 0, dann ist die Koppelung ganz lose. Je mehr der Zeiger und somit auch die bewegliche Spule nach rechts oder links gedreht wird, um so fester wird die Koppelung und um so größer die Empfangsenergie.

Der automatische Zeichengeber (hinten) und der Summer (Mitte

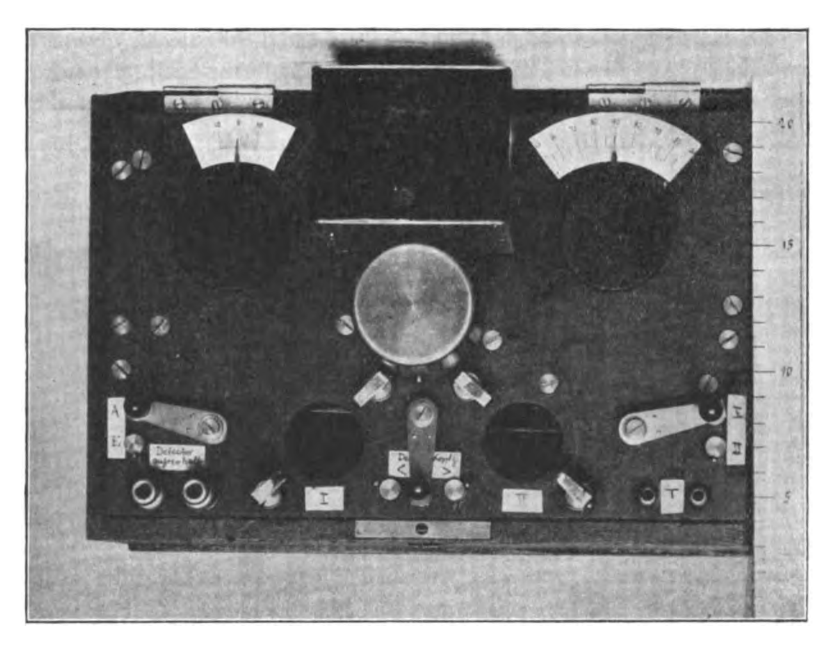


Fig. 3.

der Platte) können durch Steckkontakte mit den übrigen Teilen des Detektorprüfapparates verbunden werden.

In die linke runde Öffnung wird der Normal-Detektor gesteckt; in die andere der neue, der untersucht werden soll. Das Vertauschen bzw. das Umschalten der beiden Detektoren — das natürlich schnell hintereinander geschehen muß — wird mit Hilfe des Hebel-Umschalters bewirkt, der sich vorne zwischen den beiden Detektoren befindet. Der rechte Kontaktknopf schaltet dabei den rechten, der linke den linken Detektor ein.

Die Detektorkoppelung wird variiert durch die zwei Kontakte, die rechts vorne liegen. Je nach Stöpselung werden von der Flach-

spule L_2 des Empfängers mehrere Windungen derart abgezweigt, daß dem vorderen Kontakt 12 % und dem hinteren 25 % entsprechen.

Neben dem Detektor-Koppelungs-Umschalter befindet sich der Steckkontakt, der zum Anschluß des Telephons T dient.

Zum Einschalten des Summerkreises dient der Hebelschalter links vorn auf der Platte. Durch die Buchstaben A und E ist angedeutet, wann der Kreis aus- bzw. eingeschaltet ist.

Schließlich ist noch der vorn links befindliche Steckkontakt zu erwähnen. An diesen kann eventuell ein Detektor gelegt werden, der sich infolge seines äußeren Aufbaues nicht in den Prüfapparat

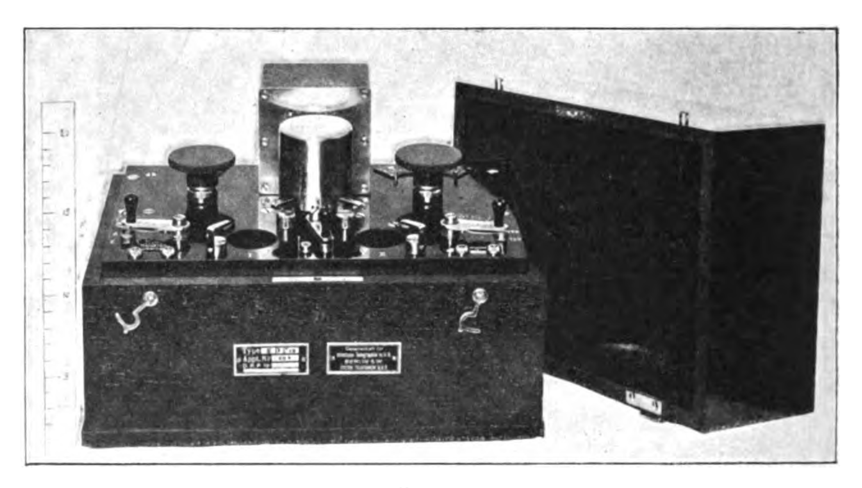


Fig. 4.

selbst einstecken läßt. Sollen Schlömilchzellen (Säurezellen) geprüft werden, so ist ein besonderer Telephonstöpsel zu benutzen, an den eine Hilfsbatterie angeschlossen wird. Der normale bekannte Detektor bleibt dann in derselben Schaltung wie bisher.

IV. Bedienungsvorschriften. Zunächst sind die beiden Detektoren in die dafür bestimmten Öffnungen und das Telephon, der Summer sowie der Zeichengeber in die Steckkontakte einzusetzen, nachdem vorher das Uhrwerk des letzteren aufgezogen ist.

Hierauf stelle man das Wellenvariometer auf 90° ein und schalte den Summerschalter auf E. Eine der beiden Detektorkoppelungsspulen wird ebenfalls eingeschaltet. Mit Hilfe des Telephons wird dann die Resonanz zwischen Sender und Empfänger gesucht und zu diesem Zwecke das Variometer solange nach rechts oder links ver-

stellt, bis maximale Lautstärke erreicht ist. Hierbei ist der bekannte Detektor D eingeschaltet und die Koppelungsspule L_1 eng mit L gekoppelt (90°). Ist die Lautstärke zu groß, so wird durch Drehung von L_1 loser gekoppelt. Jetzt können die Versuche beginnen, d. h. man schaltet jetzt auf den anderen Detektor um und vergleicht die Lautstärken. Kann man nun bei einem der Detektoren mit L_1 mehr nach 0 hingehen, also loser koppeln, als bei dem anderen, so ist dieser Detektor, gleiche Lautstärke vorausgesetzt, der empfindlichere. Die Gradskala gibt das quantitative Maß für die Empfindlichkeit des Detektors.

Vorausgesetzt ist hierbei, daß beide Detektoren von derselben Konstruktion und Type sind. E.

(Eingesandt 15. August 1912.)

William Dubiliers Versuchs- und kommerzielle Station für Radiotelegraphie und Radiotelephonie.

Wir entnehmen uns zugegangenen Mitteilungen folgendes:

Die von **William Dubilier** kürzlich in Puget Sound bei Seattle, Washington, errichtete Radiostation sollte zu den Großstationen gerechnet werden.

Entsprechend einer solchen Bestimmung waren viele Bedingungen besonders aus lokaler Natur besonders berücksichtigt worden.

Nach gründlicher Untersuchung wurde schließlich ein Ort bei Fauntleroy Park, ungefähr drei Meilen von Seattle, 500 Fuß über dem Meeresspiegel, ausgewählt. Fig. 1 zeigt bei A die Lage mit Bezug auf Puget Sound. B, C und D zeigen Tacoma, Victoria und Tatoosh, die alle in guter drahtlos-telephonischer Verbindung mit **Dubiliers** Laboratorium stehen. Die Tatoosh-Station, die ungefähr 140 Meilen über den Olympic Mountains entfernt ist, fand es unmöglich mit 25 PS. die Verbindung mit der Bremerton Navy Yard-Station bei Seattle bei Tage zu erlangen und nur äußerst schwer bei Nacht. Täglicher drahtloser Telephonverkehr für kommerzielle Zwecke wird zwischen A und B (Fig. 1) aufrechterhalten. — Nach verschiedenen Vorversuchen mit diversen Antennen wurde schließlich die Errichtung einer Schirmantenne beschlossen, die den Bedingungen der Umgebung am besten angepaßt schien, da nach allen Richtungen Berge bis zu einer Höhe von 5000 Fuß und mehr sich erstrecken.

Der Turm hat eine Höhe von 320 Fuß (engl.), so daß seine Spitze 820 Fuß über dem Meeresspiegel ist; das umliegende Terrain bis zu einer Größe von 30 Morgen enthält zahlreiche Quellen, so daß es möglich war, eine stets feuchte Erdung zu erlangen.

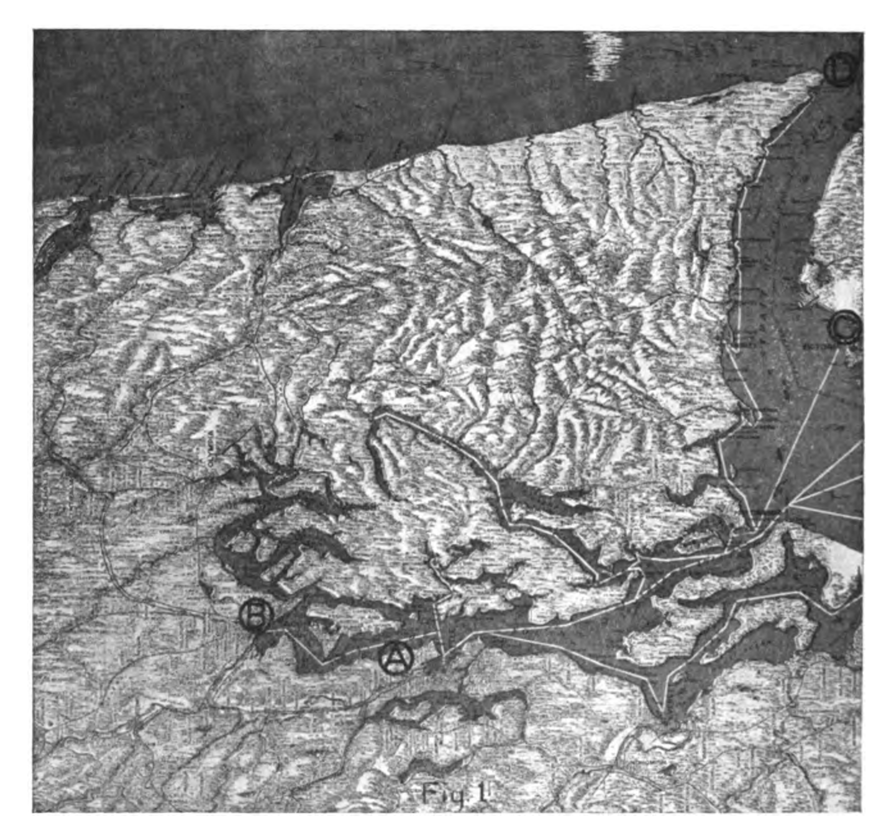


Fig. 1.

Antennen-Turm.

Die Konstruktion des Turmes hatte auf die gelegentlich außerordentlich starken Stürme in dieser Gegend Rücksicht zu nehmen.

Für die Holzkonstruktion wurde ein solides mächtiges Fundament 8 Fuß in der Erde geschaffen. Auf die Konstruktionsdetails soll hier nicht näher eingetreten werden. Fig. 2 gibt eine photographische Ansicht des Turmes.

Das Luftleitersystem.

Die Schirmantenne ist in 8 Sektionen geteilt; jede Sektion enthält 8 Drähte, die an Isolatoren befestigt sich bis zu 120 Fuß vom Erdboden erstrecken und 500 Fuß von der Turmbasis entfernt sind; ins-

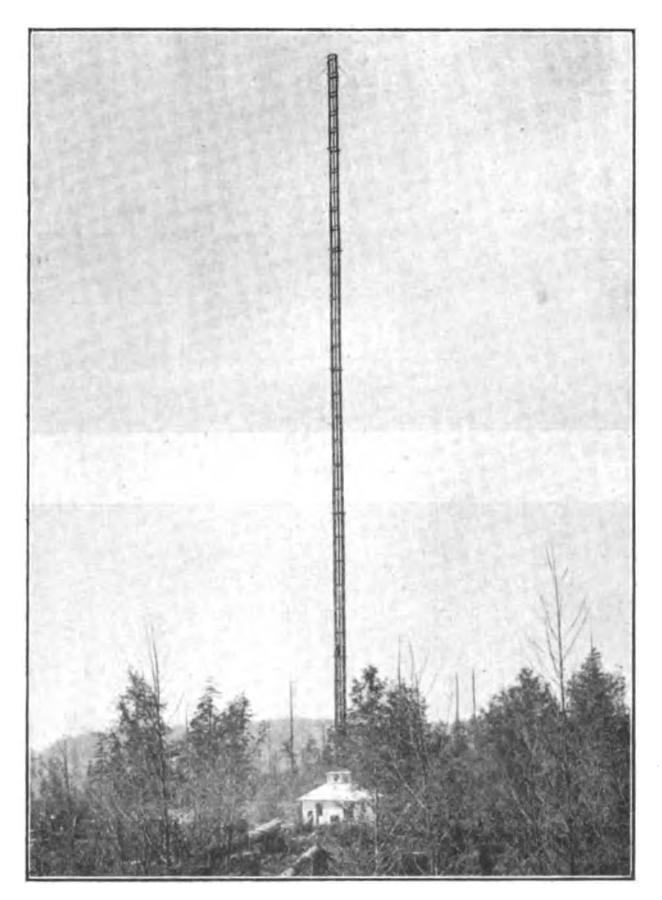


Fig. 2.

gesamt sind es 40000 Fuß verseilte Phosphorbronzedrähte, die so verbunden sind, daß jede Sektion für sich oder in Verbindung mit anderen benutzt werden kann.

Stationshaus.

Fig. 3 zeigt das Stationshaus und links davon das Generator-Maschinenhaus, das alle Generatorgeräusche nach außen abhält. Das

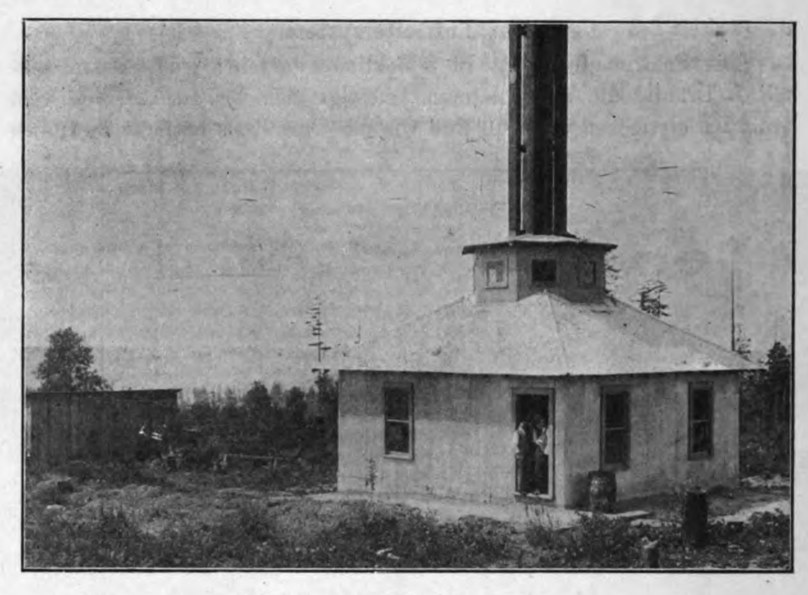


Fig. 3.

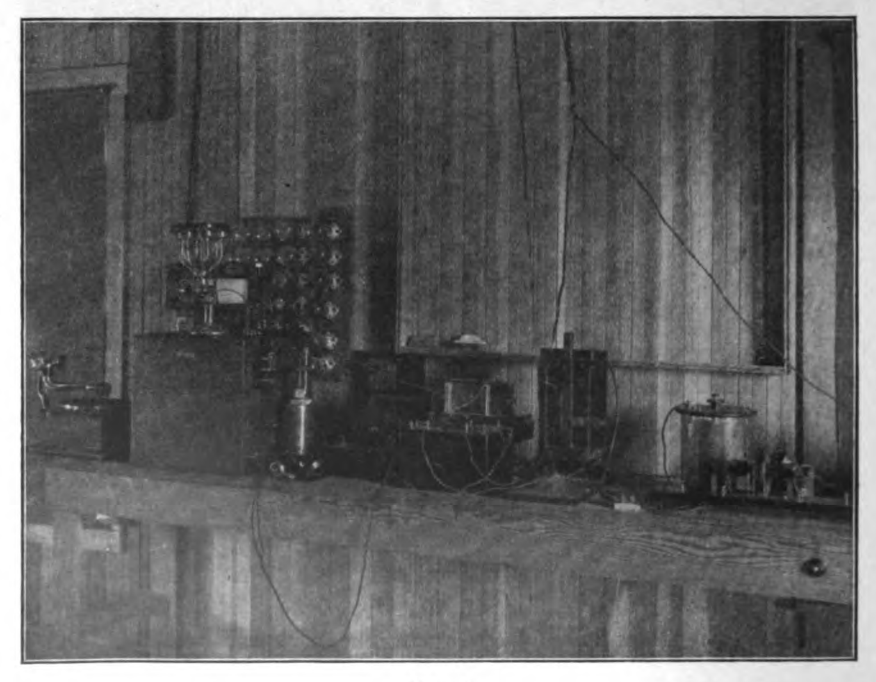


Fig. 4.

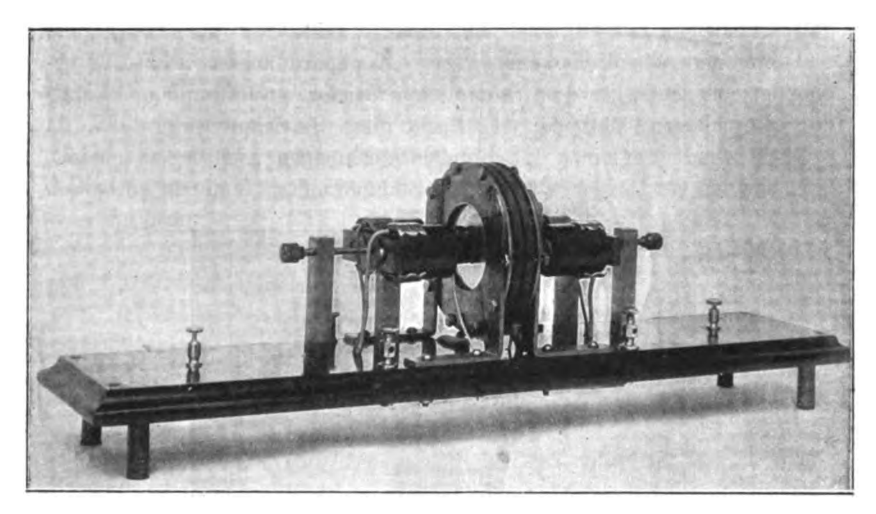


Fig. 5.

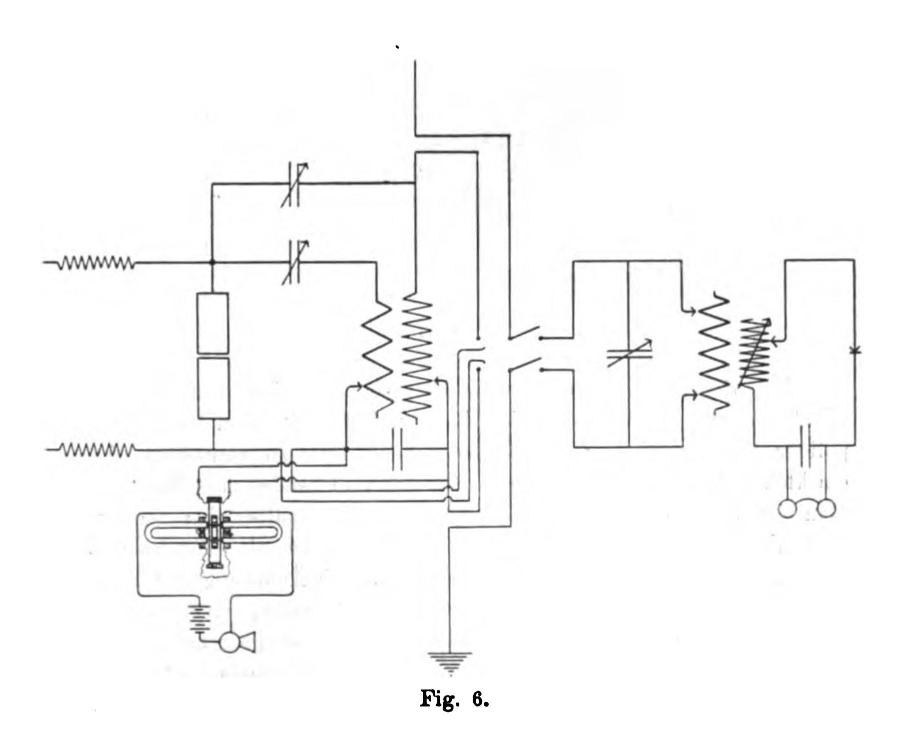


Fig. 6.

Stationsgebäude enthält zwei Abteilungen, eine für die Telegraphie und eine für die Telephonie. Der Telephonraum ist in Fig. 4 abgebildet; er enthält einen kompletten Sender und Empfänger nach der „Löschbogen“-Methode; es wurde diese Bezeichnung gewählt, da es sich weder um einen Löschfunken noch einen Lichtbogen handelt, vielmehr ist von beiden etwas in der angewandten Methode enthalten.

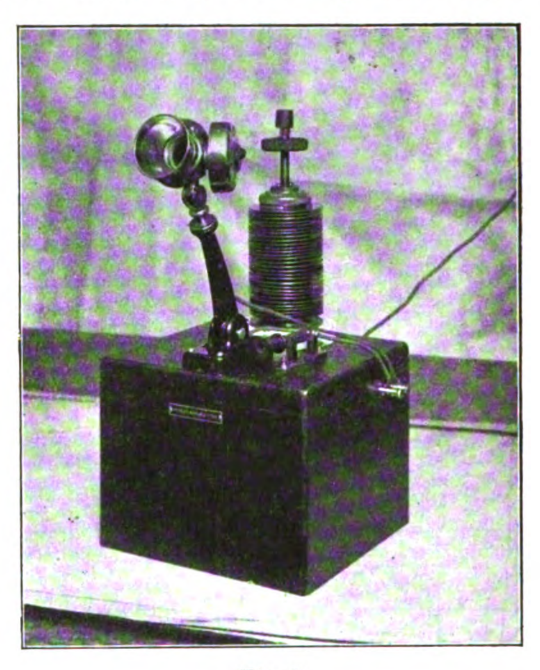


Fig. 7.

Der Oszillator ist eine neue Patentkonstruktion von Dubilier. Kondensatoren, Spulen usw. sind in Fig. 4 zu erkennen. Ein doppelpoliger Hebelumschalter gestattet die Koppelung zu verändern ebenso ein kleiner Luftdrahtschalter den Übergang vom Senden zum Empfangen. Man kann auch durch einen besonderen Umschalter den Sender in Verbindung mit einer rotierenden Funkenstrecke als Tonsender benutzen, wobei jede beliebige Tonvariation durch Änderung der Tourenzahl des Motors, welche den Unterbrecher betreibt, erreicht werden kann. Für die Mikrophone wurde Type Berliner geeignet gefunden, von denen sechs parallel geschaltet sind; gemeinsam mit Victor Laughter hat Dubilier einen neuen „telephon-repeater“, Fig. 5,

ausgebildet; der Sprechende benutzt einen einfachen Schwachstromsender, Fig. 6, auf welche Weise das gewöhnliche Drahttelephon mit den drahtlosen Einrichtungen direkt verbunden werden kann.

Fig. 7 zeigt noch besser den Sender in einer kleineren Ausführung, wie er für geringere Entfernungen von Dubiliers Wireless Telephone and Telegraph Co. in Seattle, Washington, geliefert wird.

Im Empfänger sind vier Kristalldetektoren vorgesehen. Es hat sich eine Stahlnadel gegen Carborundum, auf Quecksilber schwimmend, als besonders günstig erwiesen.

Die näheren Angaben über Sendergenerator und Empfängereinrichtungen sollen demnächst folgen, nachdem schwebende Patentangelegenheiten ihrer Erledigung gefunden haben. E.

(Eingesandt 1. Juli 1911.)

Detektoren.

Tickerempfang mit aperiodischem Kreise.[1]

Ist die Energie der eintreffenden Wellenzüge von derartig geringer Intensität, daß die Grenze der Empfindlichkeit der Thermodetektoren bzw. der Schlömilchzelle erreicht wird, so läßt sich bei tönenden Funken mit Vorteil die größere Empfindlichkeit des Tickers gegenüber den genannten anderen Empfängern ausnutzen.

Es fällt dann zwar bei Tonsendern der Ton im Empfangstelephon weg, wird aber unter ganz wesentlicher Steigerung der Lautstärke durch das allerdings mehr krächzende Tickergeräusch ersetzt.

Um hier Verstümmelung des Textes durch atmosphärische Störungen, die bekanntlich den Zeichen des Tickerempfanges außerordentlich ähnlich klingen, zu vermeiden, empfiehlt es sich, eine besonders hohe Unterbrechungszahl[2]) der Peitschen ca. 1000 und mehr pro Sekunde zu wählen, so daß Zischtöne entstehen.

Versuche mit einer ca. 400 km entfernten Tonfunkenstation gaben bei Zellenempfang und 1000 Ω Telephon bereits ein Verschwinden der Morsezeichen, sobald der zum Telephon parallel geschaltete Widerstand unter 15 Ω sank. Hingegen war es möglich, sobald der Ticker statt der Thermozelle eingeschaltet war, noch bei 3 Ω parallel zum

1) H. Mosler, Elektrot. Ztschr. 1911, Heft 41.

2) Spezialausführung der Firma Dr. Erich F. Huth, Berlin SO.

Telephon schwache Zeichen wahrzunehmen. Es ist also bei Tickerempfang möglich, Wellenimpulse von Tonsendern noch aufzunehmen, auf welche die sonstigen Hörempfänger nicht mehr ansprechen.

Um die Komplikation beim Tickerempfang, die durch die erforderliche scharfe Abstimmung des Zwischenkreises auf den offenen Antennenkreis entsteht, zu vermeiden, ist der Versuch naheliegend, auch den Tickerkreis aperiodisch zu gestalten. Naturgemäß stellt der Tickerkontakt einen Widerstand von wechselnder Größe dar, so daß

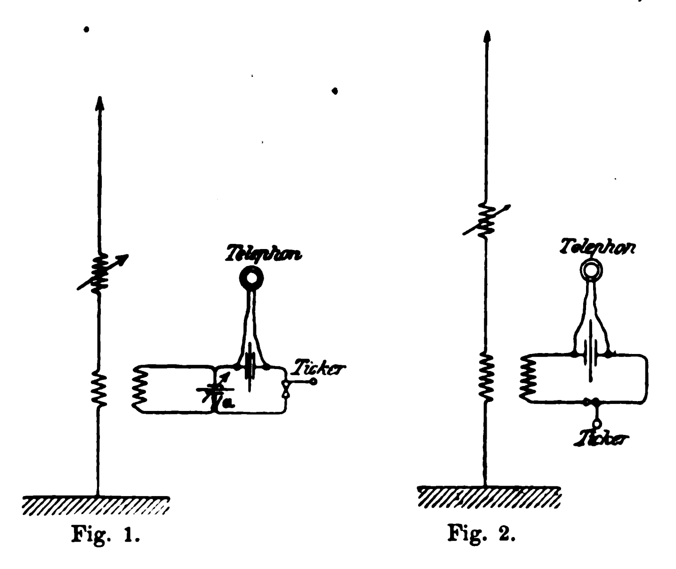


Fig. 1. Fig. 2.

bei der Bewegung der Peitschen diejenigen Widerstandswerte von selbst erzeugt werden, die den Kreis aperiodisch machen.

Wie zahlreich angestellte Versuche ergaben, ist die Lautstärke bei aperiodischem Empfang und richtig gewählter Größe des Sperrkondensators die gleiche, wie bei abgestimmtem Zwischenkreise.

Fig. 1 zeigt die normale Tickerschaltung mit Zwischenkreis, während Fig. 2 die vereinfachte Anordnung in aperiodischer Schaltung erkennen läßt.

Man erhält also den Vorteil, daß die hohe Empfindlichkeit des Tickers gegenüber der Zelle auch bei aperiodischer Schaltung auszunutzen ist und sich die Apparatur ferner schneller und praktischer auf die Empfangswelle einstellen läßt, da die Abstimmung des Zwischenkreises fortfällt. Sind Störungen durch fremde Stationen mit nur

wenig verschiedener Wellenlänge vorhanden, so muß auch hier, wie bei Zellenempfang, zwecks schärferer Abstimmung zum Zwischenkreise zurückgegriffen werden.

Die Umschaltung läßt sich aber sehr einfach durch einen kleinen Schalter (a) Fig. 1 erreichen, der dann den Zwischenkreis über einen Drehkondensator schließt. (E.)

(Eingesandt 7. November 1911.)

Über photoelektrische Indikatoren für elektromagnetische Wellen.

Von **Jakob Kunz** und **Jakob G. Kemp.**

Evakuierte Röhren sind von Zehnder, Righi und Boltzmann verwendet worden als Indikatoren elektromagnetischer Wellen. Das Prinzip dieser Röhren besteht darin, daß zwischen zwei Elektroden eine Hilfsspannung angelegt wird, die gerade nicht hinreicht eine leuchtende oder nichtleuchtende Entladung hervorzubringen, welche aber alsbald eintritt, wenn durch zwei andere Elektroden Wechselströme von hoher Wellenzahl und bedeutender Spannung hindurchgehen. Zehnder hat auch bereits Natrium durch eine fünfte Elektrode in die Leuchtröhre hineingeführt. Wir haben nun eine Röhre konstruiert, welche auf der photoelektrischen Wirkung der Alkalimetalle und ihrer kolloidalen Modifikationen beruhen und die einen hohen Grad von Empfindlichkeit besitzen, obschon sie noch nicht so empfindlich zu sein scheinen wie die elektrolytischen Indikatoren. Die verwendeten Röhren haben die in der Fig. 1 angegebene Gestalt. Die Anode A besteht aus einem Platinstift P, oder einer kleinen Platinscheibe, die mit einer kurzen Messingfeder verbunden ist, welche ihrerseits an einem Aluminiumstab befestigt ist. Letzterer gleitet in einer Glasröhre, die einen Eisenring R trägt, der durch einen Magneten auf und abwärts bewegt

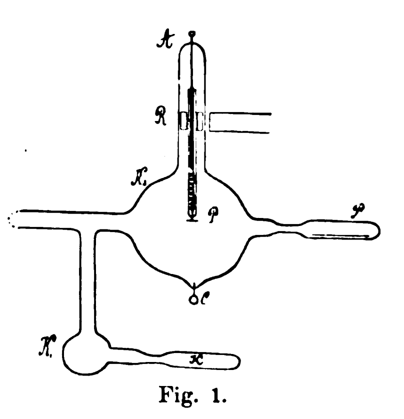


Fig. 1.

werden kann. Während das Kaliummetall in die Röhre hineindestilliert oder hinübergegossen wird, befindet sich P gerade im obersten Teile der Glaskugel. Die Kathode C ist ein Platinstift, der gerade nur durch die Glaswandung hindurchtritt. Der untere Teil der Glaskugel ist versilbert. Das Seitenrohr P_a wird mit Palladium beschickt, das mit Wasserstoff gesättigt ist. Das Palladium, das uns zur Verfügung stand, war anfangs nicht befähigt, Wasserstoff zu absorbieren; es erlangte aber diese Eigenschaft im höchsten Grade wieder, als es der Elektrolyse in verdünnter Schwefelsäure unterworfen wurde.

Das Alkalimetall Kalium oder Caesium wird in die horizontale Röhre K eingeführt, sodann das Rohr ausgepumpt, und das Metall solange erhitzt, bis die letzten Spuren anhaftenden Öles entfernt sind; die Dämpfe des Metalles sammeln sich zunächst in der Kugel K_1 an. Alsdann wird es in die Kugel K_2 hinüberdestilliert, während deren oberer Teil durch eine Flamme warm gehalten wird

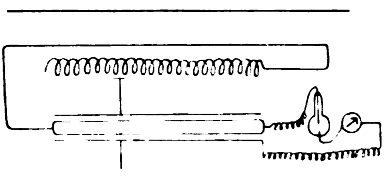


Fig. 2.

Dadurch bleibt die Anode P frei von Alkalimetall. Nach beendigter Destillation wird die untere Röhre K_1 abgeschmolzen, die Anode gesenkt und ein wenig Wasserstoff entwickelt. Der Druck des Wasserstoffes und die Entfernung zwischen den Elektroden werden so gewählt, daß die Empfindlichkeit ein Maximum wird; dieselbe wird gemessen durch den Anschlag eines gewöhnlichen Galvanometers, das mit einer Batterie von etwa 100 Volt zwischen die Elektroden eingeschaltet wird. Der Ausschlag kann nun dadurch noch bedeutend vergrößert werden, daß, wie Elster und Geitel[1]) gefunden haben, das Metall in die kolloidale Form übergeführt wird durch Kathodenstrahlen bei Anwesenheit von Wasserstoff.

Dabei zeigte es sich, daß eine ganz kurze Entladung genügt, um jene charakteristischen blauvioletten Färbungen an der Oberfläche des Alkaliummetalles hervorzubringen. In diesem Zustande blieb die Zelle mehrere Tage sehr empfindlich. Geringe Temperatursteigerung der Zelle aber genügte, die hohe Empfindlichkeit herabzusetzen. Es ist aber sehr leicht, dieselbe wieder herzustellen durch Entwickelung von neuen Metalldämpfen und Niederschlägen derselben auf die untere Hälfte der Zelle und neue Entladungen.

1) J. Elster und H. Geitel, Über gefärbte Hydride der Alkalimetalle und ihre photoelektrische Empfindlichkeit. Phys. Ztschr. 11, 257, 1910.

Die Empfindlichkeit dieser Röhre war und blieb nun sehr groß. Sie war zum Beispiel unvergleich größer als diejenige einer Neonröhre, wie sie in der drahtlosen Telegraphie beim Abstimmen verwendet wird. Ferner bleibt die Empfindlichkeit für lange Zeit konstant, wenn nach Herstellung der Zelle der Wasserstoff durch Helium ersetzt wird.

In der Fig. 2 stellt *A* die Antenne dar, *B* einen Resonatorkreis, der auf die Schwingungen in der Antenne abgestimmt werden kann. Der Wechselstrom hoher Frequenz wird durch die photoelektrische Zelle gleichgerichtet und erzeugt im Galvanometer einen Ausschlag. Die Entfernung der Elektroden war dabei etwa 2 mm. Die Empfindlichkeit der Zelle hängt sehr stark von der Intensität des Lichtes ab. Die bestrahlte Oberfläche der Zelle kann noch bedeutend vergrößert und dadurch die Empfindlichkeit gesteigert werden. Auch als direkter Wellenanzeiger kann die Zelle in ihrer gegenwärtigen Form verwendet werden, allein nur für kürzere Distanzen. Ferner ist es möglich die Zelle mit Galvanometer anzuwenden in Untersuchungen über Drahtwellen, die sich Drähten entlang ausbreiten und in Messungen von Selbstinduktion und Kapazität.

Urbana, Universität Illinois.

(Eingesandt 15. Dezember 1911.

Versuch zur Bestimmung des inneren Widerstandes von Thermozellen im Betriebszustande.

Von **Alex. Kleinschmidt.**

Die Tatsache, daß das Maximum des Nutzeffektes in einem Stromverbraucher z. B. auch einem Empfangsindikator für drahtlose Telegraphie, der die einzige Belastung einer Gleichstromquelle (Thermozelle) bildet, dann eintritt, wenn der Widerstand dieser Belastung dem inneren Widerstande der Stromquelle gleich ist, ist längst bekannt.

Trotzdem diese Tatsache sich dem Experimentierenden immer und immer wieder aufdrängt, wurde ihr in der Technik der drahtlosen Telegraphie usw. nur verhältnismäßig wenig Beachtung geschenkt oder praktisch Rechnung getragen.

Es mag sein, daß diese Erkenntnis in den beteiligten Kreisen doch nicht so allgemein verbreitet ist und deshalb nicht die praktische Bedeutung erlangt hat, die sie verdient oder man vernachlässigt sie

bewußt, weil man den inneren Widerstand der Detektoren „ja doch nicht genau kennt“.

Es soll daher im nachfolgenden eine einfache und einwandfreie[1] Bestimmung des inneren Widerstandes von Thermozellen versucht werden, dessen Kenntnis von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die Wahl der zum Empfang zu benutzenden Galvanometer, Telephone usw. ist, wie sich aus Folgendem ergibt.

Zunächst ist ohne weiteres klar und selbstverständlich, daß bei allen „elektromagnetischen“ Instrumenten bei gleicher Wattempfindlichkeit, d. h. gleichem Wattverbrauch für einen bestimmten Ausschlag, dasjenige die größte Abweichung aus der Nullstellung aufweisen wird, in dem die größte „Wattleistung“ entwickelt wird. Nun wird aber in einem solchen Instrumente, das als einzige Belastung an der Stromquelle liegt, eine um so größere Leistung entwickelt, je mehr der innere Widerstand der Stromquelle und der des Instrumentes einander in ihrem Betrage nähern. Bei $w_i = w_a$ wird der Effekt ein Maximum sein, wie sich leicht zeigen läßt.

Bezeichnet i den Strom, e die elektromotorische Kraft, w_i den inneren Widerstand der Zelle, w_a den äußeren Widerstand (des Indikators) so ist

$$i = \frac{e}{w_i + w_a}$$

der zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Ausschlages erforderliche Strom. Dieser hat im Indikator einen Effekt„verlust“

$$i^2 w_a = \frac{e^2 \cdot w_a}{(w_i + w_a)}$$

zur Folge, der die zur Aufrechterhaltung des Ausschlages erforderliche Stromarbeit darstellt und von der bei konstanter Reizung konstanten Zellenenergie $e\,i = i^2\ (w_i + w_a) =$ konst. mit gedeckt werden muß.

Bei großem w_a und dementsprechend kleinem i wird die Energie der Stromquelle nicht voll ausgenutzt, bei sehr kleinem w_a dementsprechend großem i und erst recht großem i^2 geht der größere Teil der vorhandenen Zellenenergie im inneren Widerstande der Zelle schon verloren. Es muß also auch hier einen Wert von w_a geben, für

1) M. E. deshalb einwandfrei, weil die Zelle in dem gleichen Betriebszustande untersucht werden kann, der den tatsächlichen Verhältnissen entspricht oder doch möglichst nahekommt, der „Reizung“ durch Hochfrequenzströme im Gegensatze zu den Kompensations- usw. Messungen.



den $i^2 w_a$, d. i. die der Zelle entziehbare im Indikator verfügbare Energie, ein Maximum wird.

Die Bedingungen für das Eintreten dieses Maximums findet man leicht in der üblichen Weise:

$$f(w_a) = \frac{e^2 \cdot w_a}{(w_i + w_a)^2}$$

$$f'(w_a) = \frac{e^2 \cdot (w_i - w_a)}{(w_i + w_a)^3}$$

$$f''(w_a) = \frac{e^2 - 4w_i + 2w_a}{(w_i + w_a)^4} < 0 \text{ für alle } w_a < 2w_i$$

Dies gilt ganz allgemein für alle elektromagnetischen Instrumente, einerlei, ob sie die Wirkung der durch den Strom erst erzeugten Magnetfelder auf diesen Strom bzw. Stromträger (Dynamometer) oder irgendeinen anderen Körper (Relais) benutzen oder ob „fremde“ Magnetfelder verwendet werden, wie beim Drehspuleninstrument, Fadengalvanometer usw., wovon man sich durch einfache Überlegungen leicht überzeugt.

Für das Maximum der Lautstärke bei Telephonen gilt diese einfache Beziehung nicht ohne weiteres mehr. Jedoch kann man auch hier unter Mitberücksichtigung der Selbstinduktion usw. der Telephonspulen und für bestimmte Tonhöhen mehrere Bedingungen angeben, die dasjenige Telephon am günstigsten erscheinen lassen, dessen Widerstandsverhältnisse diesen Bedingungen am besten entsprechen.

Es ist also von gewissem Interesse, namentlich auch für die drahtlose Telephonie, den inneren Widerstand der „arbeitenden“, d. h. der durch Hochfrequenzströme „gereizten“ Zelle zu kennen.

Ich stellte daher im Jahre 1907 zwecks Ermittelung des inneren Widerstandes solcher Zellen, wenigstens der Größenordnung nach, einige Versuche an, die sich auf folgende Überlegungen stützten.

Stellt der in Frage kommende Detektor (v. Bronck sche Zelle aus Tellur und Bleiglanz) im gereizten Zustande ein Primär- und zwar ein Thermoelement dar, das seine Heizung durch die in Wärme umgesetzte Hochfrequenzenergie erhält, so muß bei konstanter Energiezufuhr ein Beharrungszustand eintreten, wo das Temperaturgefälle an der Kontaktstelle und damit die EMK. der Thermoverbindung im Mittel konstant bleibt. Wegen der außerordentlich geringen Wärmekapazität der Kontaktstelle genügt schon ein sehr geringer Energiebetrag, um diesen Zustand herbeizuführen. Eine Steigerung der Hochfrequenzenergie muß ein Wachsen der EMK. zur Folge haben und

kann ev. ohne Einfluß auf den inneren Widerstand bleiben. Ermittelte man durch direkte Messung die bei Schließung des Elementes über verschiedene Widerstände erzielten Stromstärken, so müßten diese, konstante EMK. vorausgesetzt, nach dem Gesetze

$$i\,w = i_1\,w_1 = e = \text{konst.} = i_n\,w_n$$

den entsprechenden Widerstandswerten zugeordnet sein. Hierin bedeutet w den gesamten Ohmschen Widerstand im Kreise, i die gemessenen Stromstärken, e die EMK. der Zelle.

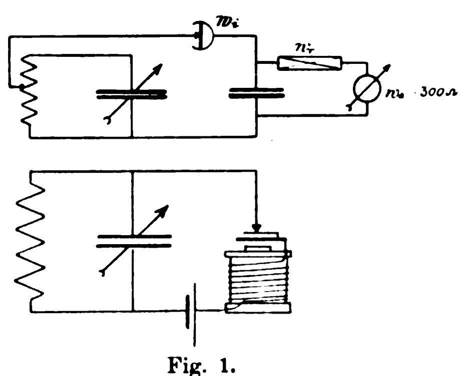


Fig. 1.

W setzt sich nun zusammen aus dem gesuchten w_i der Zelle, W_a des Meßinstrumentes und W_r eines zweckmäßig veränderlichen Vorschaltwiderstandes. Da die letzteren bekannt sind, ergibt sich W_i leicht aus verschiedenen zueinander gehörigen Wertepaaren

$$w_i = \frac{i_n w_{rn} - i_{n-1} w_{rn-1}}{i_{n-1} - i_n} - w_a$$

Einige ausgeführte Versuche, wobei ich mich zur Reizung der Zelle der in Fig. 1 schematisch wiedergegebenen bekannten Einrichtung bediente, die unter der Bezeichnung „Eichhorn-Schaltung" als schwachgedämpfter Sender vielfach benutzt wird, ergaben die nachstehend mitgeteilten Resultate. Die Zelle wurde induktiv erregt. Im Indikatorkreise lag der variable Widerstand w_r in Serie mit einem Präzisionsmilliamperemeter von Hartmann & Braun mit ca. 300 Ω Widerstand und $\varepsilon =$ ca. $2 \cdot 10^{-6}$ Amp. pro Skalenteil.

Die zusammengehörigen Werte von i und w bzw. w_r wurden zur Zeichnung der Kurve Fig. 2 benutzt, deren Verlauf eine gute Kontrolle über die Konstanz der Reizung bietet. Gleichzeitig wurde noch durch gelegentliches Kurzschließen von w_r und Vergleich mit dem ursprünglichen bei Beginn des Versuches vorhandenen Ausschlage festgestellt, ob die Reizung konstant war. Statt w_i aus verschiedenen zusammengehörigen Wertepaaren (i, w) zu berechnen, welche Rechnung wegen des Differenzenquotienten nur bei „weit auseinanderliegenden" Wertepaaren einigermaßen übereinstimmende Werte ergibt, läßt es sich auch aus den Kurven sehr bequem graphisch ermitteln. Zeichnet man

nämlich zu der unter 45° geneigten Scheiteltangente im Punkte P die Normale, so geht sie, vorausgesetzt, daß das oben angenommene Gesetz der gleichseitigen Hyperbel für die aufgenommenen Kurven zutrifft, durch den koordinaten Ursprung $w = 0$ und bestimmt auf der Abszisse, oder durch die Länge der Ordinate von P eine Strecke, die der Summe der drei Widerstände $(w_i + w_a + w_r)$ proportional

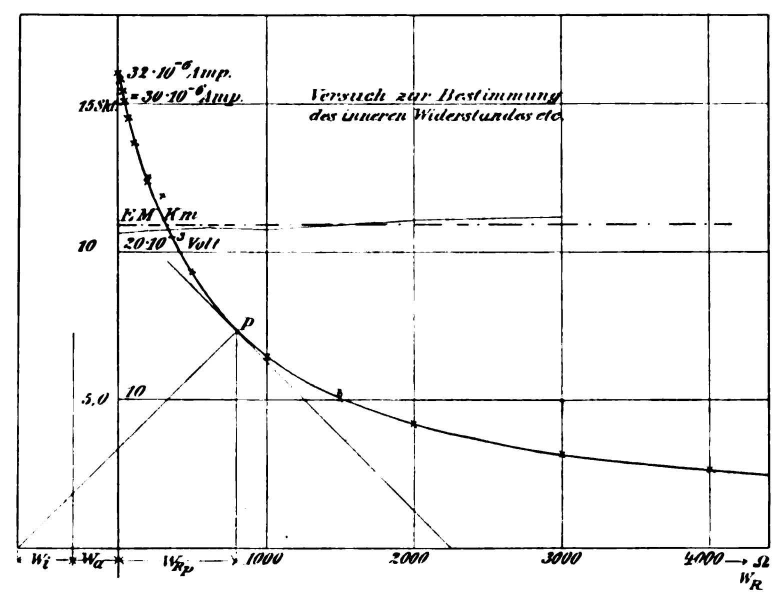


Fig. 2.

ist. Da die beiden letzten Glieder bekannt sind, ergibt sich hieraus im Abszissenmaßstab w_i zu

$$w_i = w_p - (w_a + w_r)$$

Die untersuchten Zellen wurden einem größeren Bestande wahllos entnommen mit Ausnahme von Nr. 2, welche schon von anderer Seite in einer Dauerreizung auf Konstanz, Empfindlichkeit usw. untersucht worden war. Diese „Normalzelle" ergab bei dem zum Vergleichen und Zellenprüfen benutzten Meßinstrumente den größten Ausschlag und war deshalb als die „empfindlichste, als Normale" zugrunde gelegt worden.

Aus den Messungen, wovon in den nachstehenden Tabellen 1 u. 2 nur zwei Reihen wiedergegeben sind, geht hervor, daß, was ja auch

der Natur der Sache nach zu erwarten war, der innere Widerstand der einzelnen Zellen sehr verschieden ist und in den Grenzen der vorgenommenen Belastungen bei einer und derselben Zelle als konstant angenommen werden kann, soweit man den damaligen vorläufigen Versuchen Glauben schenken darf.

Tabelle 1 (hierzu Fig. 2).

Nr.	w_r	Ablesung in Skalenteilen	Bemerkungen
1	0	15,9	Ablesungen korrigiert!
2	10	15,8	
3	20	15,3	Diese Zelle ist seit dem 5. IX. 1907
4	40	15,15	11[45] V. M. dauernd „im Betriebe" ge-
5	50	14,6	wesen, d. h. von Hochfrequenzströmen
6	100	13,65	gereizt
7	200	12,55	
8	300	11,9	Zeit dieser Messung 7. IX. 1907 ∼
9	500	9,35	10[50] V. M.
10	800	7,3	
11	0	15,2	
12	1000	6,4	
13	1500	5,25	
14	2000	4,2	$w_i = \sim 380\ \Omega$
15	3000	3,1	
16	0	15,5	
17	5000	2,1	
18	7000	1,7	
19	4000	2,7	
20	0	15,5	

Die graphische Methode ergibt hier für den inneren Widerstand der Zelle Nr. 2 $w_i = 370\ \Omega$.

Tabelle 2.

Nr.	w_r Ω	Ablesung in Watt	Bemerkungen
1	0	7,2*	*Reizung nicht konstant geblieben
2	50	6,6	
3	100	5,6	Nullpunktsverschiebung am Instrumente nicht berücksichtigt
4	200	3,5	
5	500	2,4	
6	2000	1,3	$w_i = \sim 90 \div 100\ \Omega$
7	3000	0,9	
8	4000	0,6	
9	0	6,9*	

Für andere Zellen fand ich $w_i = 96\ \Omega$, bzw. 580, 900 Ω usw.

Eine nur flüchtige Messung an einer weiteren Zelle mit verschiedener Reizung ergab das Resultat, daß w_i das eine Mal zu 44 Ω, das andere Mal zu 46 Ω bestimmt werden konnte. Die Ausschläge bei $w_r = 0$ verhielten sich dabei wie 4,5 zu 8.

Wieweit die angenommene Gleichung $i \cdot w =$ konst. $= e$ für die Kurve 2 zutrifft, zeigt ungefähr die eingezeichnete E-Kurve (Fig. 2), die sich aus der $i = f(w)$-Kurve durch Multiplikation der Ordinaten mit den entsprechenden um 670 Ω vergrößerten Abszissen ergibt. Sie scheint, wenn man die Ungenauigkeit der Messungen berücksichtigt, die obige Annahme gut zu bestätigen. Allerdings ist ein stetiges Wachsen der berechneten EMK. bei größer werdenden Widerständen zu beobachten. Die elektromotorische Kraft der Zelle Nr. 2 war danach also

$$E = \text{ca. } 0{,}021 \text{ Volt.}$$

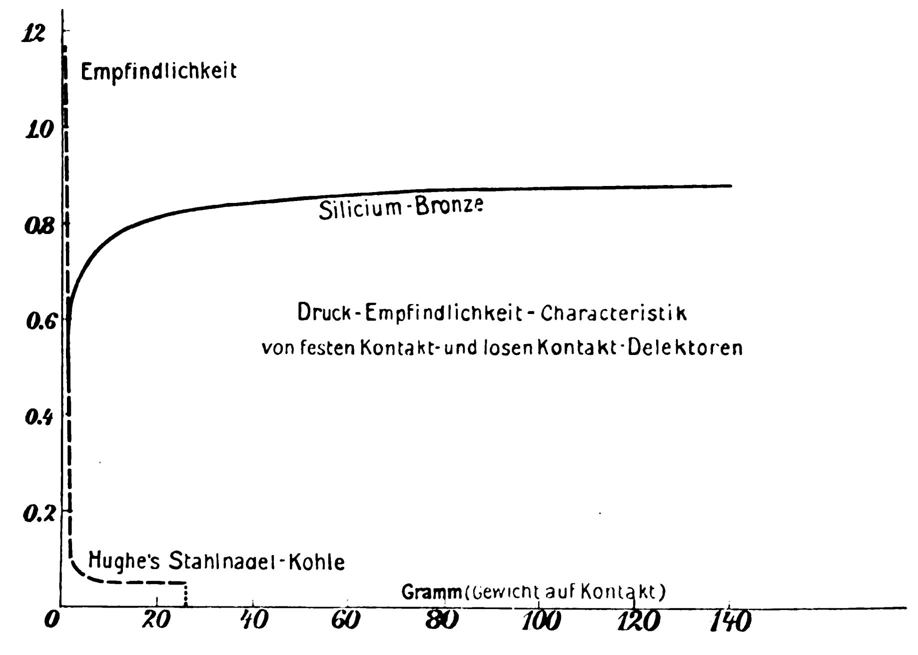
(Eingesandt 1. Dezember 1911.)

John L. Hogan jr. und **L. H. Harris**, Wirkungsweise von Detektoren in der drahtlosen Telegraphie. Electrical World 30. XII. 1911. Es werden zwei verschiedene Methoden beschrieben, die von zwei verschiedenen Forschern unabhängig voneinander angewendet wurden, um die Beziehung zwischen Empfindlichkeit des Detektors und Druck oder Festigkeit des Kontaktes zwischen den Bestandteilen zu bestimmen; die so erhaltenen Resultate werden verglichen. Es wurden zwei differente Typen von Detektoren studiert nämlich die festen Kontakt- oder sog. Krystall—Gleichrichter-Type, wofür Tellurium—Aluminium, Zink—Kupferkies, Silicium—Bronze Repräsentanten sind, und die lose Kontakt- oder Mikrophon-Type, vertreten durch Hughes Anordnung, welche aus einer Stahlnadel gegen Kohle besteht. Hogan bediente sich in seinen Arbeiten in den Physical research laboratories der Sheffield Scientific School, Yale University 1908 einer Methode, die im wesentlichen darin besteht dem Detektor Energie in Form elektrischer Hochfrequenzschwingungen zuzuführen, die ihrem Betrage nach geändert werden konnte durch Veränderung der Koppelung eines Zwischentransformators für elektrische Schwingungen. Die Empfindlichkeit wurde angegeben durch den reziproken Wert der zugeführten Energie, wenn das Zeichen gerade noch hörbar war.

Prof. Harris von der Universität Pittsburgh wählte, ohne Kenntnis dieser Versuchsresultate, eine Methode, nach der dem Detektor

Energie in Form von Hochfrequenzschwingungen in einem konstanten Maße zugeführt wurde, wobei die Empfindlichkeit bestimmt wurde durch die Größe eines zum Detektor parallel geschalteten Nebenschlußwiderstandes, um die Stärke der Zeichen zu reduzieren bis sie gerade noch hörbar waren. Die Empfindlichkeit wird dann umgekehrt proportional sein der Größe dieses Widerstandes in solchem Zeitmoment.

Die Resultate dieser unabhängigen Untersuchungen waren in ihren charakteristischen Zügen in vollkommener Übereinstimmung. Die festen



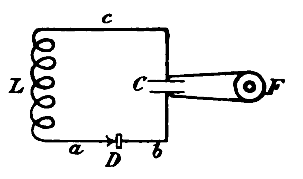
Kontaktdetektoren zeigten in unveränderlicher Weise ein Minimum von Empfindlichkeit bei einem Minimum von Druck; die Empfindlichkeit steigt schnell und bleibt dann über einem großen Druckbereich konstant. Die Hughe-Anordnung zeigte ein Maximum von Empfindlichkeit bei einem Minimum von Druck; die Empfindlichkeit sinkt dann äußerst schnell mit wachsendem Druck und versagt dann ganz bei noch relativ niedrigen Drucken. Das beistehende Diagramm zeigt graphisch die Resultate, aber es ist zu bemerken, daß die relative Empfindlichkeit nicht angegeben ist. Es muß also offenbar ein fundamentaler Unterschied in der Wirkungsweise dieser beiden Detektor-Typen bestehen. E.

(Eingesandt 20. Februar 1912.)

Über den aperiodischen Detektorkreis von F. Kiebitz (Bericht aus der Elektrot. Ztschr. 1912, S. 132).

In seiner Abhandlung gibt der Verfasser ergänzend zu seiner Arbeit in der Elektrot. Ztschr. 1909 S. 225 und anschließend an eine Arbeit von Mosler, Elektrot. Ztschr. 1911 S. 1027 (vgl. auch ebenda S. 303, 1912) Angaben für den Bau von Empfangssystemen mit aperiodischem Detektorkreis.

1. stellt der Verfasser fest, daß ein abgestimmter Zwischenkreis niemals die Lautstärke beim Empfang vergrößern kann. Sein Zweck ist vielmehr folgender: In elektrisch schwingungsfähigen Gebilden treten außer der Grundschwingung und harmonischen Oberschwingungen häufig auch unharmonische Oberschwingungen auf, die durch Reflexion an Stellen, wo sich die elektrischen Eigenschaften des Systems unstetig ändern, entstehen. Ein abgestimmter Zwischenkreis, der so angeordnet ist, daß er mit Antenne und Detektorkreis gekoppelt ist, sondert jene störenden Oberschwingungen aus und erregt den Detektorkreis nur mit der Welle, auf die er abgestimmt ist. Er kann also bei Stationen mit großen Antennen, die einerseits besonders unter Oberschwingungen zu leiden haben, andererseits im allgemeinen über große Empfangsenergie verfügen, von großem Nutzen sein. Bei kleinen Antennen wird man genügende Störungsfreiheit durch lose Koppelung zwischen Antenne und Detektorkreis erreichen.



2. gibt der Verfasser eine ergänzende Ausführung zu der Arbeit von Bangert, Phys. Ztschr. **11**, 123, 1910 über die Wirkung toter Kapazitäten im aperiodischen Detektorkreis:

Ein Detektorkreis besteht aus dem Detektor D, einer Spule L, einem Sperrkondensator C mit parallel geschaltetem Fernhörer F und den Verbindungsleitungen $a\,b\,c$. Diese Verbindungsleitungen besitzen die toten Kapazitäten der Kondensatoren $a\,b$, $a\,c$, $b\,c$ (siehe Figur).

Der Kondensator $b\,c$ kann beliebig groß sein, da er parallel zum Sperrkondensator C liegt. Dagegen müssen der hinter den Sperrkondensator geschaltete Kondensator $a\,c$ und der parallel zum Detektor liegende Kondensator $a\,b$ möglichst klein sein, anderenfalls wirkt der Kreis nicht mehr aperiodisch.

3. erklärt der Verfasser die äußerst günstige Empfangswirkung der Ticker, wie sie Mosler beobachtete.

Nach der von Geitlerschen Theorie übt jeder zeitlich veränder-

liche Widerstand in einem Wechselstromkreise eine Gleichrichterwirkung aus. Da beim Ticker entweder der Widerstand oder die Stromstärke gleich Null ist, so wird keine Schwingungsenergie in Wärme ($i^2 w$ stets gleich Null) umgesetzt, sondern die ganze ankommende Hochfrequenzenergie kann in nutzbaren Gleichstrom verwandelt werden. Leider kann, wie es Moßler erwähnt, diese hohe Empfindlichkeit des Tickers nur ausgenutzt werden, wenn keine Störungen durch andere Stationen oder durch Luftelektrizität vorhanden sind, da der Ticker die Eigenart der ankommenden Zeichen schwer zu unterscheiden gestattet. (E.)

(Eingesandt 15. April 1912.)

Helsby Detektor.

Über diesen von der Automatic Telephone Manufacturing Co., Liverpool-London, hergestellten Detektor wird folgendes berichtet. Er ist versehen mit speziell ausgesuchten Kristallen aus Bleiglanz (PbS) von körniger Struktur, die sich als außerordentlich empfindlich und gleichförmiger in der Wirkung erwiesen als andere bekannte bei gleichem Zweck verwendete Kristalle. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, sind

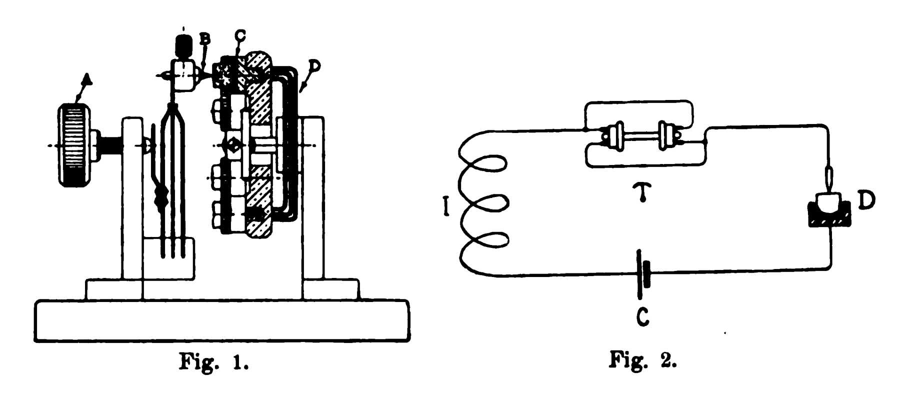


Fig. 1. Fig. 2.

sechs Fassungen für die Kristalle auf einer drehbaren Messingscheibe befestigt, und die Kontakte der Spitze *B* mit irgendeinem Punkt auf diesen Kristallen sind mechanisch leicht einstellbar. *D* sind Federn, die gegen die Scheibe drücken und sie in einer bestimmten Lage halten; die Kontaktspitze wird vermittels *A* adjustiert.

Wenn der Telephonempfänger in Reihe mit dem Detektor geschaltet ist, kann man gänzlich von dem bei Parallelschaltung gewöhn-

lich benutzten Potentiometer absehen; letztere Schaltung erweist sich weniger günstig als die Reihenschaltung, deren Wirkung noch verbessert werden kann durch Einschaltung eines einzigen Elementes in

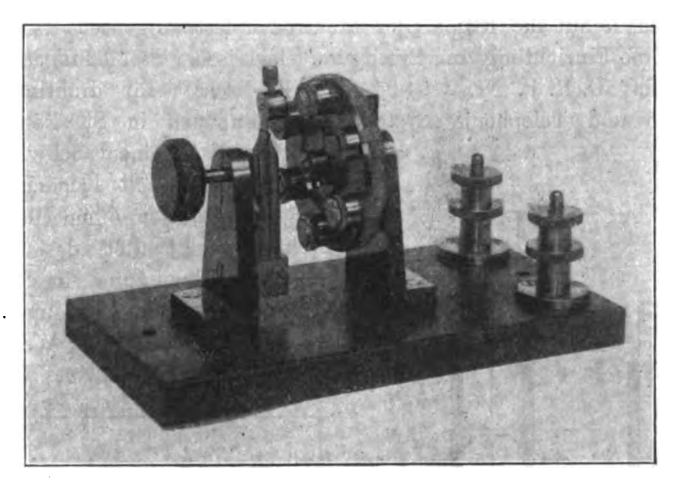


Fig. 3.

den Kreis gemäß Fig. 2. Der Kontaktdruck sollte beim Bleiglanzdetektor äußerst gering gemacht werden.

Fig. 3 zeigt die technische Ausführungsform des Helsby-Detektors.

E.

(Eingesandt 15. August 1912.)

Patentschau.

Von **H. Eales.**

Das D. R. P. Nr. 249711 von Dr. Georg Seibt in Berlin-Schöneberg betrifft ein als Stromunterbrecher, Löschfunkenstrecke oder Lichtbogen wirkendes Elektrodenpaar. In Fig. 1 u. 2 sind zwei Ausführungsformen desselben dargestellt. Die Kennzeichen bestehen darin, daß über die einander gegenüberstehenden Enden der Elektroden *a b* ein isolierender Hüllkörper *c* aus nachgiebigem Stoff, z. B. Weichgummi gebracht und so innig mit ihnen verbunden ist, daß ein vollständiger

Abschluß der Entladungskammer gegen den Außenraum erreicht wird. Bei Fig. 1 erfolgt die Verbindung durch Umwindung mit einer Bandage aus Draht oder Bindfaden, während bei Fig. 2 der Gummischlauch an den Enden umgebördelt und durch die Schrauben *S* und die Unterlagscheiben *R* auf die Körper der Elektroden fest aufgepreßt wird.

Eine Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Stoßladungen betrifft auch das D. R. P. Nr. 249801 der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie und Telephonie System S. Eisenstein in St. Petersburg. Hierbei wird in einem Schwingungskreis *4* (Fig. 3) mit Kondensator *5* und Selbstinduktion *6* ein Gleichrichterventil eingeschaltet, das nur die erste halbe Schwingung eines Schwingungsvorganges in der einen Richtung hindurchläßt. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß die

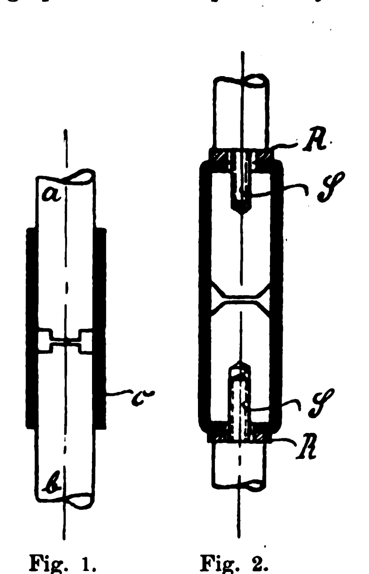


Fig. 1. Fig. 2.

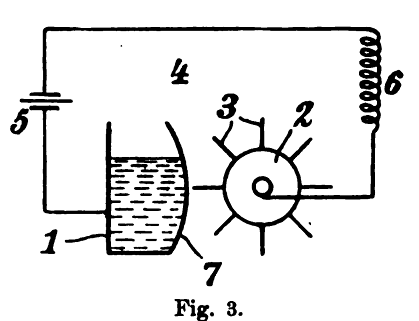


Fig. 3.

Spitze des Gleichrichterventils ständig gewechselt wird. Zu diesem Zwecke sind mehrere Spitzen *3* (Fig. 3) zu einem radartigem Körper *2* vereinigt, so daß durch Drehung desselben die Spitzen nacheinander der anderen Elektrode *1* gegenübergestellt werden. Um nur in bestimmten Zeitintervallen Entladungen zu veranlassen, kann man die dem Spitzenrade gegenüber befindliche Fläche der großen Elektrode mit einer Wölbung nach außen ausführen wie Fig. 3 bei *7* zeigt. Man kann aber andererseits, um die in jedem Zeitintervall auftretenden Entladungskomplexe zu vergrößern, die dem Spitzenrade gegenüberstehende Fläche der großen Elektrode, wie Fig. 4 bei *8* zeigt, auch mit einer Wölbung nach innen versehen. Durch die Ausführung nach Fig. 5 endlich, bei der die nach innen gewölbte Fläche *9* der großen Elektrode konzentrisch zum Spitzenrade liegt und solche Abmessungen hat

daß ständig mindestens eine Spitze dieser Fläche gegenübersteht, kann man aber auch erreichen, daß ständig Entladungen auftreten, die sich dicht aneinanderreihen.

Durch die Britische Patentschrift Nr. 2768 vom Jahre 1912 und die Französische Patentschrift Nr. 440106 ist der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin eine Ausführung einer Funken-

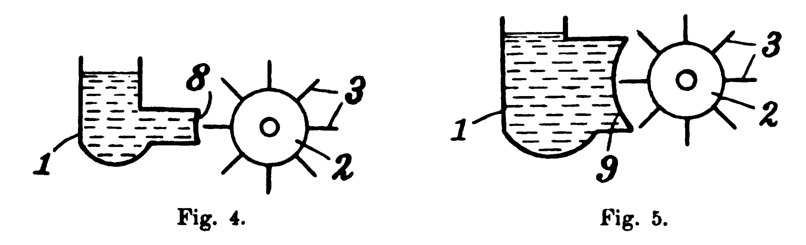


Fig. 4. Fig. 5.

strecke geschützt worden, die eine sehr große Dämpfungswirkung besitzen soll. Die Anordnung besteht darin, daß die eine oder beide der einander gegenüberstehenden Seiten der Elektrodenplatten mit zahlreichen Vorsprüngen oder Spitzen versehen sind, so daß sich der Funke, nachdem er sich an der engsten Stelle zwischen zwei gegenüberstehenden Spitzen gebildet hat, sehr rasch ähnlich wie bei den Hörner-

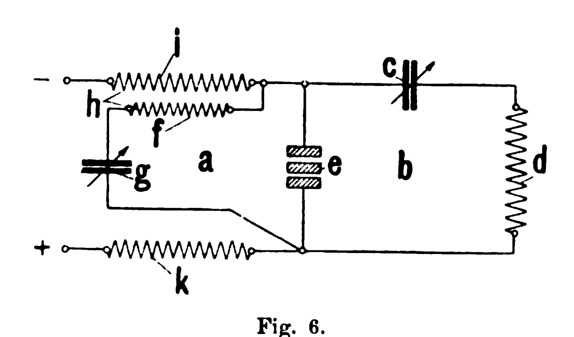


Fig. 6.

blitzableitern verlängert und sich dabei über eine große kühlende Oberfläche ausbreitet und daher stark gedämpft ist.

Eine Schaltungsanordnung zur Ausführung des Wienschen Verfahrens zur Erzeugung elektrischer Schwingungen betrifft das D. R. P. Nr. 249400 der C. Lorenz Aktiengesellschaft in Berlin. Hierbei wird zum Betriebe der Hochfrequenzentladestrecke ein von Wechselstrom überlagerter Gleichstrom benutzt. Die Kennzeichen bestehen darin,

daß die mit einem tönenden Duddellschen Schwingungskreis verbundene Hochfrequenzladestrecke gleichzeitig die von einer gemeinsamen Stromquelle gespeiste Duddellampe bildet. Die Schaltungen sind in Fig. 6 u. 7 wiedergegeben. Bei Fig. 6 besteht der „Tonkreis" *a* aus der Selbstinduktion *f* und der Kapazität *g*. Die Selbstinduktion *f* bildet gleichzeitig die Primärspule des Transformators *h*, dessen Sekundärspule *i* zusammen mit der Spule *k* die Hochfrequenzdrosseln bilden. *b* ist der Hochfrequenzkreis mit Kapazität *c* und Selbstinduktion *d*

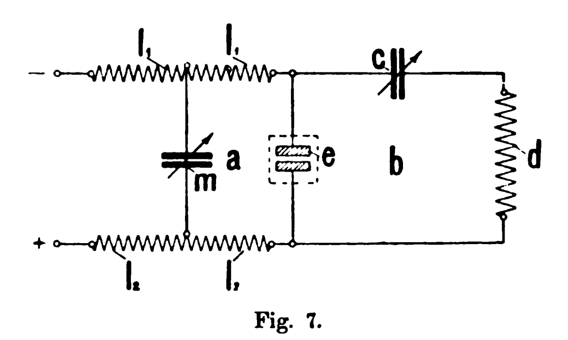


Fig. 7.

und *e* ist die gleichzeitig als Duddellampe dienende Hochfrequenzentladestrecke. Die Schaltung nach Fig. 7, bei der l_1 l_2 die Selbstinduktion, *m* die Kapazität des Tonkreises *a* darstellen, ist im Prinzip genau die gleiche wie Fig. 6, nur daß die Drosselspulen l_1 l_2 als Spartransformatoren ausgebildet sind.

Das Britische Patent Nr. 2617 vom Jahre 1911 von R. A. Fessenden betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung, die gestatten, die Frequenz der Entladung eines Kondensatorkreises zu wechseln. Er verwendet dabei z. B. Wechselstrom von 500 Perioden in der Sekunde als Betriebsstrom und ordnet auf der Welle dieser Wechselstrommaschine ein Sternrad an; in einem dieses Rad umgebenden Gehäuse sind vier Funkenelektroden angeordnet, von denen jeweils zwei durch zwei Arme des Sternrades miteinander verbunden werden. Dadurch nun, daß er mit Hilfe von Relais nach Belieben zwei von diesen vier Funkenelektroden ausschalten kann, erreicht er, daß entweder einmal pro volle Periode oder einmal pro halbe Periode, d. h. also entweder 500- oder 1000 mal pro Sekunde eine Entladung des Primärkreises erfolgt, so daß der Ton an der Empfangsstation zwischen 1000 für die Morsezeichen und 500 für die Zwischenräume zwischen den Morsezeichen wechselt.

Um die Umlaufsgeschwindigkeit der Stromerzeuger radiotelegraphischer Sendestationen konstant zu halten trotz der infolge des Sendens auftretenden starken Belastungsschwankungen, ordnet E. Girardeau nach der Französischen Patentschrift Nr. 441318 ein elektromagnetisch beeinflußtes Ventil an, durch welches die Zufuhr des Betriebsmittels für den Explosionsmotor gesteuert werden kann. In dem durch den Morsetaster gesteuerten Sendestromkreis liegt nun eine Elektromagnetspule, durch welche bei jedem Geben eines Morsezeichens das Ventil angehoben wird, so daß sich also die Füllung während der Morsezeichen vergrößert und in den Zwischenpausen wieder verringert.

Eine Luftleiteranordnung betrifft das D. R. P. Nr. 249730 der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin. Bisher benutzte man zur Abspannung der Antennendrähte entweder längere, in größerer Entfernung vom Maste verankerte Abspannseile oder, wo man nicht über den hierfür erforderlichen großen Raum verfügte, besondere Hilfsmaste, deren Aufstellung und Isolation mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden war und längere Zeit in Anspruch nahm. Die Anordnung nach dem D. R. P. Nr. 249730 ermöglicht nun, der Antenne einen Halt zu geben, ohne daß irgend welche Abspannung der Drähte erforderlich ist. Die Abspannvorrichtungen werden nämlich durch die Wirkung der Zentrifugalkraft ersetzt. Zu diesem Zwecke soll entweder der ganze Mast oder der obere Teil desselben oder ein im Innern des Mastes befindlicher Kern rotieren, oder es können auch die Antennendrähte an einem Ringe befestigt werden, der an der Spitze des zentralen Trägers drehbar um diesen angebracht ist. Im Ruhezustande hängen die Drähte, welche an ihren unteren Enden zweckmäßig durch Zusatzgewichte beschwert sind, senkrecht herunter; sobald jedoch die Anordnung in Drehung versetzt wird, schwingen die an dieser Drehung teilnehmenden Drähte durch die Fliehkraft auseinander und stellen sich um so mehr nach der wagerechten ein, je größer deren Umfangsgeschwindigkeit ist. Man kann demnach durch Wahl der Umdrehungszahl die Höhenlage der Antennendrähte innerhalb weiter Grenzen variieren und erreicht dadurch gleichzeitig den Vorteil, daß die Strahlungsfähigkeit des Luftleitergebildes in einfachster Weise sogar während des Betriebes geregelt werden kann. Wird außerdem noch die Länge der rotierenden Drähte veränderlich gemacht, so läßt sich auch auf diese Weise die Kapazität der Antenne in weiten Grenzen ändern.

Ein Verfahren zur Veränderung der Wellenlänge der Antennen in weiten Grenzen betrifft auch das D. R. P. Nr. 239663 von Ettore

Bellini und Alessandro Tosi in Paris. Es besteht darin, daß mit den Geber- oder Empfangsapparaten ein oder mehrere gleichartige Leiter verbunden sind, die aus der Station herausgeführt und außerhalb derselben in einer geeigneten Gesamtlänge in einer oder mehreren Windungen verlegt sind, deren benachbarte oder nebeneinander befindliche Zweige für jeden Leiter genügend weit voneinander entfernt sind, um das Entstehen einer Kapazität zwischen ihnen zu vermeiden, und daß diese Leiter alsdann sich am unteren Ende der Antenne vereinigen.

Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin hat ein D. R. P. Nr. 249627 erhalten auf eine veränderliche Selbstinduktion;

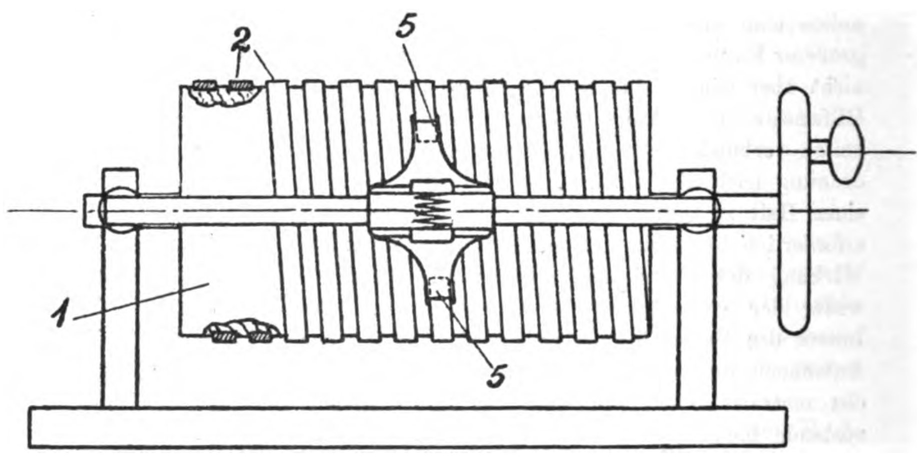


Fig. 8.

diese ist in Fig. 8 u. 9 dargestellt. Der um den Spulenkörper *1* gewickelte Leiter *2* besitzt dabei rechteckigen Querschnitt und wird von dem U-förmigen Schuh *5* des Stromabnehmers *4* von drei Seiten umfaßt. Der Schuh *5* ist dabei auf dem verschiebbaren Stromabnehmer *4* derart beweglich angeordnet, daß er aus den Windungen des Leiters *2* herausgehoben werden kann, so daß der Stromabnehmer *4* unabhängig von der Drehung des Spulenkörpers *1* verschoben werden kann. Die Breite des Schuhes *5* ist dabei zweckmäßig größer als der Zwischenraum zwischen den Spiralwindungen, so daß der Schuh sich nicht zwischen den letzteren festklemmen kann und von jeder Stellung aus nach einer geringen Drehung des Spulenkörpers auf den Leiterquerschnitt einschnappt.

Einen Stromabnehmer für veränderliche Spulen der drahtlosen Telegraphie betrifft auch das D. R. P. Nr. 237177 derselben Gesellschaft. Die Stromabnahme erfolgt dabei durch mit reibenden oder

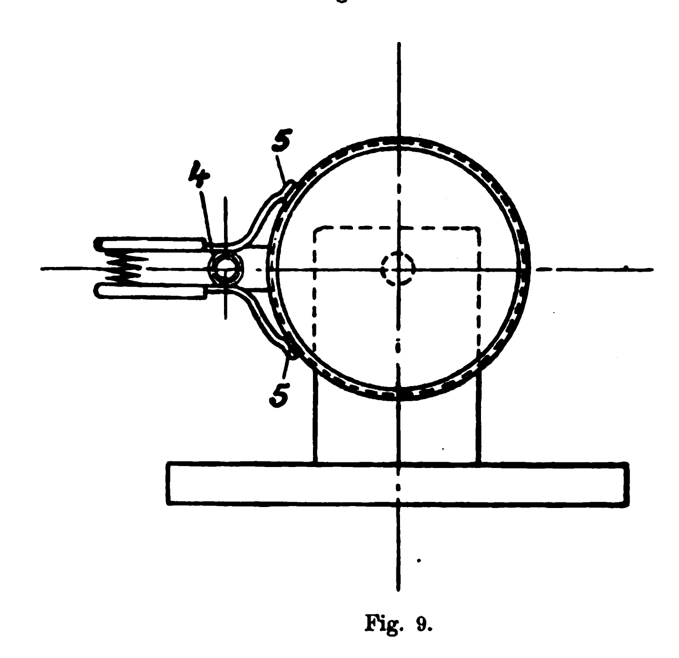


Fig. 9.

schabenden Kanten versehene Zwischenstücke, die einzeln oder paarweise unabhängig voneinander an den Leiter angedrückt werden und sich auf diese Weise jeder Krümmung des Leiters anpassen.

(Eingesandt 19. Oktober 1912.)

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

(Die Redaktion behält sich die Besprechung einzelner Werke vor.)

E. Warburg, Lehrbuch der Experimentalphysik für Studierende, 12. u. 13. Aufl. Verlag J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) in Tübingen 1912. Geh. M. 7.—, geb. M. 8.20

Georg Heber, Elektro-Auskunftei. Erklärendes Wörterbuch der Fachausdrücke und Bezeichnungen der gesamten Elektrotechnik und Elek-



trizitätslehre, mit Berücksichtigung der neuesten Fortschritte. Verlag von Schulze & Co., Leipzig 1912. Geb. M. 2.50

Festschrift W. Nernst zu seinem 25jährigen Doktorjubiläum, gewidmet von seinen Schülern. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle 1912. M. 21.60

Bureau des Longitudes, Réception des Signaux Radiotélégraphiques transmis par la Tour Eiffel. Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire. Paris 1912. Fr. 1.75

Wilhelm Ostwald, Der energetische Imperativ. Erste Reihe. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig 1912. Brosch. M. 9.60, geb. 10.60

AEG-Zeitung, XV. Jahrg. Nr. 3. Inhalt: Drehstrommaschinen für direkte Koppelung mit Wasserturbinen. Die Verlegung von Flußkabeln. Die neuen N. A. G.-Personenwagen. Elektrische Lichtbogenschweißung. September 1912.

— XV. Jahrg. Nr. 4. Oktober 1912. Inhalt: Das elektrische Licht im Wettstreit mit den anderen Beleuchtungsarten. Die elektrischen Einrichtungen des neuen Stuttgarter Hoftheaters. Französische Gäste in dem Kabelwerk Oberspree und in der N. A. G.

Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung, herausgegeben von Prof. Dr. Emil Abderhalden. 6. Band 1912. Verlag von Urban & Schwarzenberg, Wien u. Berlin. M. 15.—, geb. M. 17.—

Woldemar Voigt, Physikalische Forschung und Lehre in Deutschland während der letzten hundert Jahre. Festrede zur Jahresfeier der Universität am 5. Juni 1912. Verlag von Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1912. M. —.40

Telefunken-Atlas. Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. Berlin SW 61, 1912.

E. Lecher, Physikalische Weltbilder. Verlag Theod. Thomas, Leipzig 1912. M. 1.—, geb. 1.60

Ernest Lebon, Henri Poincaré. Biographie. Bibliographie analytique des écrits. Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire. Paris 1912. Seconde Édition. Fr. 7.—

H. Rein, Radiotelegraphisches Praktikum. Verlag Julius Springer, Berlin. 2. Aufl. 1912. Geb. M. 8.—

Alex. Königswerther, Prinzip und Wirkungsweise der Wattmeter und Elektrizitätszähler für Gleich- und Wechselstrom. —

Fritz Hoppe, Übungsaufgabe aus der Gleichstrom- und Wechselstromtechnik. Sammlung elektrotechnischer Lehrhefte. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1912. 10 Hefte geb. M. 46.—

K. Markau, Die Telephonie ohne Draht. „Die Wissenschaft" Heft 43. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1912. Geh. M. 4.50, geb. M. 5.20

(Eingesandt 15. Oktober 1912.)

Literaturverzeichnis.

Arco, Graf Georg von, Schweiz. Elektrot. Ztschr. 9, 411, 1912. Der heutige Stand der drahtlosen Telegraphie.

— Berliner Tageblatt 27. IX. 1912, Abendblatt. Bethenods drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Baumann, V. J., Ztschr. f. Schwachstrom 6, 468, 1912. Der Telefunken-Rechenschieber.

Baxmann, A., Phys. Ztschr. 13, 744, 1912. Die Messung hoher Wechselstromspannungen mittels des Quadrantelektrometers.

Bergwitz, K., Phys. Ztschr. 13, 767, 1912. Die Registrierung des atmosphärischen Potentialgefälles am 16. u. 17. April (Tag der Sonnenfinsternis) zu Braunschweig.

Brentano, G., Phys. Ztschr. 13, 855, 1912. Experimentelles zur Kenntnis des Rückstandes der Leidener Flasche.

Bureau des Longitudes: Réception des signaux radiotélégraphiques transmis par la tour Eiffel 1° pour donner l'heure (t. m. g.) (signaux horaires); 2° pour permettre de comparer avec une grande précision les pendules astronomiques ou les chronomètres placés en des points compris dans la zone d'action de la station radiotélégraphique de la tour Eiffel. (Gauthier-Villars, Paris 1912).

Burstyn, W. (-Hausrath, H., -Mosler), Elektrot. Ztschr. 33, 883/884, 1068, 1912. Über die Wirkungsweise der Erdantennen (Diskussion).

Butterworth, S., Proc. Phys. Soc. London 24, 210, 1912. A method of measuring small inductances (vgl. Electrician 69, 777, 1912).

Convention radiotélégraphique, internationale, La Lum. Él. XIX (2) 275, 303, 1912, und Supplément au Nr. 9 (XXXVIe volume) du Journal télégraphique 1912 (vgl. auch Elektrot. Ztschr. 33, 1009, 1912. Ergebnisse der Londoner Funkentelegraphenkonferenz).

Coursey, Philipp R., Electrician 69, 899, 1912. The mercury break for wireless telegraphy.

Dosne, P., La Nature Nr. 2050, S. 235, 237, 1912. Les conducteurs de l'éclairage électrique comme antennes de télégraphie sans fil. Les Radiotélégrammes Météorologiques.

Duddell, W., La Lum. Él. Tome XIX (2), 268, 1912. Un alternateux à deux mille périodes.

Eccles, W. H., Proc. Roy. Soc. 87, A 593, 79, 1912. On the diurnal variations of the electric waves occurring in nature and on the propagation of electric waves round the bend of earth.

— Electrician 69, 1015, 1912. On certain phenomena accompanying the propagation of electric waves over the surface of the globe.

— u. **Makower, A. J.,** Electrician 69, 943, 1912. The production of electrical oscillations by spark-gaps immersed in running liquids.

Elordi, Luis Pereda, La Energia Electrica (Madrid) Nr. 16, 1912. Telegrafia y telefonia sin hilos. Alternadores de alta frecuencia (spanisch).

Erskine-Murray, J., Electrician 69, 834, 1912. The determination of the radiation efficiency and others constants of a wireless transmitter (Diskussion mit Turner; vgl. Jahrb. Heft 1 Band VI, 1912.

Faccioli, G., Elektrot. Ztschr. 33, 1033, 1912. Schwingungserscheinungen auf elektrischen Leitungen.

Ferrié, La Rev. Él. Tome 18, 126, 1912. Les derniers progrès de la télégraphie sans fil.

Fleming, J. A., Electrician 69, 934, 975, 1912. The scientific theory and outstanding problems of wireless telegraphy (vgl. auch ebenda S. 946. The unsolved problems of wireless telegraphy).

— „Marconigraph" August 1912 (Ref. in E. u. M. 30, 776, 1912). Die Wirkung des Tageslichtes auf elektrische Wellen.

Goddard, Robert R., Phys. Rev. 34, 423, 1912. On the conduction of electricity at contacts of dissimilar solids.

Guillet, A., Proc. Verb. Soc. Franç. de Phys. 1911, S. 83. Étincelle primaire substitué aux interrupteurs d'excitation de la bobine de Ruhmkorff. Contribution à la théorie des interruptions.

Gutton, C., Proc. Verb. Soc. Franç. de Phys. 1911, S. 89. Comparaison des vitesses de propagation de la lumière et des ondes de Hertz.

— Le Lum. Él. Tome XIX (2), 195, 1912. Sur l'émission des ondes électromagnétiques par une antenne de télégraphie sans fil.

Helsby, L'Électricien Tome 44 (2), 65, 1912. Détecteur d'ondes électriques-système Helsby.

Jacobi, B., Helios 18, 465, 1912. Die Herstellung von Erdungen in elektrischen Anlagen.

Jouaust, R., Journ. de Phys. August 1912, S. 645. Mesure des longueurs d'onde en Télégraphie sans fil.

K., L'Électricien Nr. 1182, S. 149, 1912. Réception de l'heure exacte et du bulletin météorologique transmis par la Tour Eiffel.

Kiebitz, F., Phys. Ztschr. 13, 890, 1912. Funkentelegraphische Beobachtungen während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912.

Koek, F., Verh. D. Phys. Ges. 14, 701, 1912. Verfahren zur Demonstration von Schwingungsvorgängen durch die Resonanzkurve.

Leithäuser, G., Phys. Ztschr. 13, 892, 1912. Über die Verwendung von Flammen als Anzeiger für elektrische Wellen.

M. G., La Lum. Él. Tome XIX (2), 339, 1912. La télégraphie sans fil en aéroplane.

Majorana, Quirino, Atti d. Acc. d. Linc. 21 (2), 235, 274, 1912. Sui rivelatori di onde elettromagnetiche fondati sull' emissione elettronica dei fili incandescenti. — Su di un nuovo tipo die rivelatore di onde elettromagnetiche fondato sull' emissione elettronica dei fili incandescenti.

Makower, A. J., s. Eccles, W. H.

Meissner, Alex., (Ruhstrat, E.), Elektrot. Ztschr. 33, 884, 1912. Induktions- und kapazitätsfreie Widerstände mit Kreuzwickelung (Diskussion).

Merle, René, La Nature Nr. 2052, S. 259, 1912. Enregistrement des ondes Hertziennes par une patte de grenouille.

Nesper, Eugen, Helios 18, 429, 1912. Neuerungen beim Marconisystem.

Radiotélégraphie, La Revue Él. Tome XVII, 546, 1912. Sur l'influence des radiations solaires sur la propagations des ondes hertziennes.

Lord Rayleigh, Proc. of the Roy. Soc. 86 (A), Nr. A. 590, S. 562, 1912. On the self-induction of electric currents in a thin anchor-ring.

— Proc. Roy. Soc. 87 (A. 594), 193, 1912. Electrical vibrations on a thin anchor-ring (vgl. auch Phys. Ztschr. 13, 842, 1912).

Rohmann, H., Phys. Ztschr. 13, 694, 1912. Gleichrichtereffekte mit unsymmetrischen Wechselspannungen.



Roschansky, D., Phys. Ztschr. **13**, 931, 1912. Über die Löschwirkung des Funkens auf gekoppelte Schwingungen.

Rüdenberg, Reinhold, Arch. f. Elektrot. 1, 34, 1912. Elektrische Eigenschwingungen in Dynamomaschinen.

v. Sanden, Arch. f. Elektrot. 1, 42, 1912. Graphische Synthese und Analyse von Wechselstromkurven.

Schering, H. u. Schmidt, R., Ztschr. f. Instrumentenkunde **32**, 253, 1912. Ein Satz Normal-Luftkondensatoren mit definierter Schaltungskapazität.

Schulze, Günther, Helios (Export) 18, 1697, 1912 (nach Falkenthal, vgl. Elektrot. Ztschr. S. 828, 1911). Ein neuer Wechselstromgleichrichter für kleine Leistungen.

Scrymser, James A., Electrician **69**, 544, 1912. On wireless telegraphy.

Siegl, Karl, Elektrot. Ztschr. **33**, 889, 1912. Über einen elektrolytischen Kondensator und seine Anwendung für funkenlosen Kontakt.

Squier, G. O., Electrician **69**, 487, 1912. Some experiments in „wired wireless" telegraphy for military purposes.

— La Lum. Él. Tome XIX (2), 269, 1912. Quelques expériences sur un système mixte de télégraphie avec fil et sans fil pour usages militaires.

Swann, W. F. G., Philos. Mag. **24** (6), 80, 1912. The earth's magnetic field.

Take, E. u. Voss, N., Verh. D. Phys. Ges. **14**, 837, 1912. Messung der während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912 von Paris ausgesandten Hertzschen Wellen zu Marburg i. H. und zu Graz.

Telefunken, Dingl. Polyt. Journ. **93**, 538, 1912. Telefunken-Kompaß.

Thompson, Silvanus P., Nature (London) **89**, 664, 1912. Oersted and the electric theory of light.

Thurn, H., D. Verkehrszeitung 24. VI. 1912. Funkentelegraphische Beobachtungen während der Sonnenfinsternis (17. April).

— Sonderabdruck aus Ann. d. Deutschen Reiches für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft: 1912. Die Funkentelegraphie im Seekriegsrecht.

— Sonderabdruck aus Marine-Rundschau Juli 1912: Die funkentelegraphische Verbindung Deutschlands mit seinen Kolonien.

— Elektrot. Ztschr. **33**, 1023, 1055, 1083, 1912. Die Funkentelegraphie an Bord von Handelsschiffen.

Tissot, C., Soc. Franç. de Phys. Nr. 26, 6—9, 1912. La mesure des périodes et des amortissements dans les systèmes couplés, modèle d'ondemètre.

— Journ. de Phys., Septbr. 1912, S. 719. Sur la mesure des périodes et des amortissements dans les systèmes couplés, modèle d'ondemètre.

Tosikata, W. u. Yokoyama, E., Electrician **69**, 1072, 1912. Enamelled condensers for Radio-Telegraphy.

Tschudy, W., Bull. Schweiz. Elektrotechn. Verein **3**, 85, 1912. Experimentelle Untersuchungen am Quecksilberdampf-Gleichrichter für Wechselstrom.

Turner, L. B., Electrician **69**, 666, 749, 1912. The determination of the radiation efficiency of a wireless transmitter (vgl. auch ebenda S. 707, J. Erskine-Murray).

— Electrician **69**, 694, 1912. The low-frequency circuit in spark telegraphy.

— Electrician **69**, 914, 1912. The low-frequency circuit in spark telegraphy.

Turpain, A., La Rev. Él. Nr. 209, S. 207, 1912. Les antennes en télégraphie sans fil et la sensibilité des récepteurs; antennes verticales et antennes horizontales.

Vos, M., Verh. D. Phys. Ges. 14, 683, 1912. Über Spulen mit geringer Dämpfung.

— u. E. Take, s. E. Take.

Wagner, Karl Willy, Arch. f. Elektrot. 1, 47, 1912. Die Oberschwingungen elektrischer Schwingungskreise.

— Phys. Ztschr. 13, 945, 1912. Das Brownsche Telephonrelais (vgl. Electrician 65, 139, 1910).

Wilson, William Hamilton, Proc. Roy. Soc. 87, Nr. A592, S. 69, 1912. An experimental investigation of the influence of the condenser on the working of a Ruhmkorff-coil, together with a practical outcome thereof.

— Electrician 69, 862, 1912. An experimental investigation of the influence of the condenser on the working of a Ruhmkorff-Coil.

Yeusen, T. D., Elektrot. Ztschr. 33, 1001, 1912. Einschaltströme von Transformatoren, besonders von solchen mit legierten Blechen.

Yokoyama, E., s. Tosikata, W.

Zehnder, L., Journ. Télégr. (Bern) Nr. 7, S. 145, 1912. Suppression des antennes dans la télégraphie sans fil.

— Journ. Télégr. 44, 169, 1912. Sauvegarde du secret des radiotélégrammes.

(Eingesandt 15. Oktober 1912.)

Jahrbuch

der

drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Band 6. 1913. Heft 5.

Graphische Bestimmung der Wellenlänge bei gleichzeitiger unabhängiger Variation der Kapazität und Selbstinduktion.

Von **Aage S. M. Sörensen.**

Einleitung. Die Schwingungszeit T eines Schwingungskreises, bestehend aus Selbstinduktion L und Kapazität C, ist, wie bekannt, durch die Gleichung

$$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C} \quad \text{(cgs = Einheiten)}$$

bestimmt. Führt man statt der Schwingungszeit T die Wellenlänge λ und statt der cgs-Einheiten für die Kapazität die elektrostatische Einheit (cm) ein, so entsteht, wenn auch Wellenlänge und Selbstinduktion in Zentimeter gemessen werden sollen, die Beziehung

$$\lambda = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

Ist λ in Metern zu messen, so wird

$$\lambda = \frac{2\pi}{100}\sqrt{L \cdot C}$$

Wenn in dieser Gleichung L und C als die unabhängigen Variablen und λ als die abhängige Variable betrachtet wird, so stellt sie in einem dreidimensionalen Koordinatensystem eine krumme Fläche dar.

In der Meßtechnik bedient man sich ebener Schnitte parallel zur λ-C- oder λ-L-Ebene, entsprechend den Gleichungen

$$L \text{ oder } C = \text{konstant},$$

so z. B. bei Wellenmessern mit stufenweiser Variation der Selbstinduktion (auswechselbare Spulen) und kontinuierlicher Kapazitätsveränderung (Dönitz, Hahnemann), oder bei Wellenmessern mit kontinuierlicher

Induktionsveränderung (Variometer) und stufenweiser Kapazitätsveränderung (Seibt). In beiden Fällen sind die Kurven Parabeln, während auf einer Ebene parallel zur L-C-Ebene die Verbindungslinie der zu einem bestimmten λ gehörigen L- und C-Punkte Hyperbeln ergeben.

Dagegen sind die Kurven, welche auf einer beliebigen, auf der L-C-Ebene senkrecht stehenden und durch die λ-Achse gehenden Schnittebene erhalten werden, bestimmt durch

$$L = k \cdot C$$
$$\lambda = 2\pi\sqrt{k \cdot C \cdot C} = 2\pi\sqrt{k} \cdot C$$

worin k eine Konstante, von einem für jeden Schnitt verschiedenen Wert, ist, d. h. die Schnittkurven sind gerade Linien, die alle durch den Nullpunkt gehen. Der von O. Scheller patentierte Wellenmesser stellt die Anwendung eines solchen Schnittes dar, mit dem Zweck, einen Wellenmesser mit konstanter Dämpfung zu erhalten.

Die Eigenschaft der genannten Schnitte, gerade Linien als Kurven zu liefern, wird nun zu einem graphischen Verfahren der Darstellung der Wellenlängenvariation in einem Plan-Koordinatensystem benutzt.

Erklärung: Das Verfahren könnte dadurch zur Ausführung gebracht werden, daß man für verschiedene Werte von k die zugehörige Gerade durch den Nullpunkt des Koordinatensystems mit λ und C (oder L) als Koordinaten zieht. Für jede Gerade hätte man nur einen Punkt durch Rechnung zu bestimmen. Je größer die Zahl der gezeichneten Geraden wäre, desto weniger wäre man auf Schätzung für die zwischenliegenden Werte von k angewiesen. Immerhin wären Schätzungen nicht zu vermeiden, und dies bedeutet eine Unvollkommenheit der Methode. Diese wird durch das folgende rein graphische Verfahren ausgeschaltet, bei dem für jeden beliebigen Wert von k die entsprechende Gerade konstruiert wird.

Ist das Koordinatensystem so gewählt (Fig. 1), daß die Ordinaten die Wellenlänge in Metern, die Abszissen die Kapazität in Zentimeter darstellen, dann ist

$$\lambda = \frac{2\pi}{100} \cdot C \cdot \sqrt{k}$$

Um für ein bestimmtes k die Gerade zu konstruieren, ist zuerst ein Punkt für einen beliebigen Wert von C, z. B. für $C = 4000$ cm, zu bestimmen. Der Punkt hat also die Koordinaten

$$C = 4000 \text{ und } \lambda = 80\pi\sqrt{k}$$



Die Linie schneidet die Hilfsvertikale $C = 4000$ in einer Höhe $80\,\pi\sqrt{k}$ über der Abszissenachse. Benutzt man nun zur Bestimmung aller anderen Linien die Schnittpunkte mit derselben Hilfsvertikalen (hier in $C = 4000$), so wird immer die Höhe λ_1 über der Abszissenachse bestimmt durch die Gleichung

$$\lambda_1 = a\sqrt{k}$$

worin a konstant (hier $= 80\,\pi$), während λ und k variabel ist.

Diese Gleichung zwischen λ_1 und k repräsentiert eine Parabel. Wird nun diese Parabel in das Koordinatensystem eingezeichnet mit

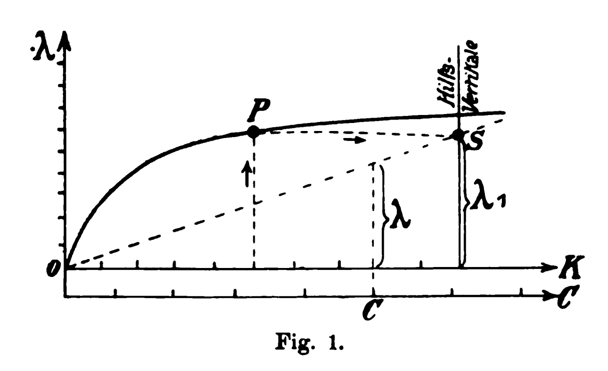


Fig. 1.

λ_1 als Ordinaten (mit λ im Maßstab zusammenfallend) und k als Abszissen, so ist die Ordinate des Punktes P der Parabel für ein bestimmtes k gleich der Höhe des Schnittpunktes S der Geraden, die diesem Wert von k entspricht, mit der Hilfsvertikalen. Das Diagramm braucht also nur aus dieser Parabel zu bestehen, mit den entsprechenden Einteilungen der Abszisse für k und C, der Ordinate für λ.

Sind L und C gegeben, so ergibt sich hieraus k, und die dazu korrespondierende Ordinate der Parabel wird auf der Hilfsvertikalen abgetragen. Dadurch ist ein Punkt der dem gegebenen Wert von k entsprechenden, durch den Nullpunkt gehenden Geraden bestimmt, und auf dieser wird λ als Ordinate für das gegebene C abgelesen.

Sind λ und C gegeben (Fig. 2), so ist die Gerade für k durch den Punkt R von vornherein bestimmt. Sie schneidet die Hilfsvertikale in S. Eine Parallele durch S zur Abszisse ergibt auf der Parabel den Punkt P, dessen Abszisse der gesuchte Wert von k ist.

In vorstehendem läßt sich überall C durch L ersetzen. Es sei auch hier bemerkt, daß das Diagramm selbstverständlich nur ein Viertel

der krummen Fläche im Raum darstellt, nämlich nur dasjenige, welches durch die positiven Werte von λ, L und C gebildet wird.

Die Benutzung des Diagramms geht aus der Erklärung hervor. Wenn die Parabel auf Millimeter-Papier gezeichnet ist, ist es überhaupt nicht notwendig, die Gerade für k zu zeichnen. Die Überführung der Ordinaten wird durch die Quadrierung vermittelt, und die schräge Linie kann durch Anlegen eines Lineals während der Ablesung ersetzt werden.

Die Beschränkung des Diagrammbereiches, die durch die handliche Größe und die gewählten Maßstäbe zu erwarten ist, läßt sich durch einfache

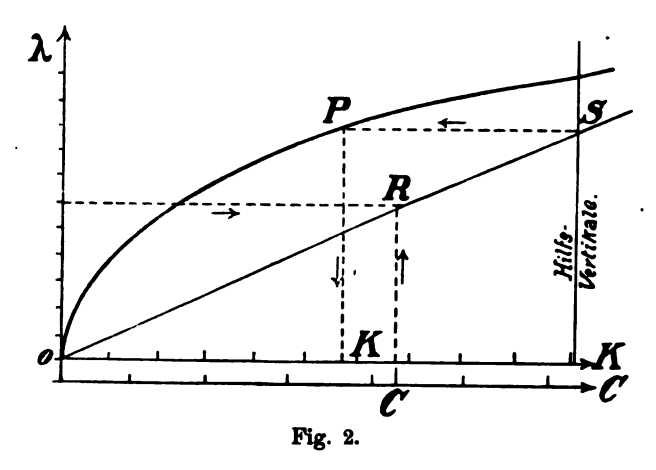


Fig. 2.

Veränderung der Maßstäbe aufheben. Aus der Gleichung

$$\lambda = \frac{2\pi}{100} \cdot C \cdot \sqrt{k}$$

geht nämlich hervor, daß, wenn λ und C mit demselben Faktor multipliziert oder dividiert werden, sich k nicht ändert. Die Maßstäbe für Wellenlänge und Kapazität können also durch denselben beliebigen Faktor verkleinert oder vergrößert werden.

Wird der Maßstab für λ in einem gewissen Verhältnis verändert, ohne daß der Maßstab für C sich ändern soll, so muß der Maßstab für k im Quadrat dieses Verhältnisses geändert werden. In der Praxis läßt sich dies für einfache Reduktionsverhältnisse, wie z. B. für 2- und 10-fache Vergrößerung oder Verkleinerung, leicht durchführen.

Der Maßstab für k läßt sich ändern, ohne daß dadurch die

anderen Maßstäbe beeinflußt werden. Wird nämlich in der Gleichung der Parabel

$$\lambda_1 = 2\pi \cdot a\sqrt{k} \quad (\text{für } C = a)$$

k durch $b^2 \cdot k_1$ ersetzt, und die Hilfsvertikale statt bei $C = a$ bei $C = \frac{a}{b}$ errichtet, so wird die Gleichung

$$\lambda_1 = 2\pi \cdot \frac{a}{b} \cdot \sqrt{b^2 k} = 2\pi \cdot a\sqrt{k}$$

Die Parabel bleibt folglich unverändert, während der Maßstab für k die gewünschte Änderung erhalten hat.

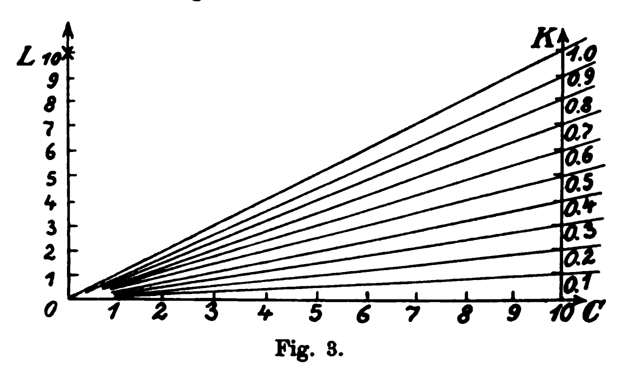


Fig. 3.

Die Konstruktion der Parabel läßt sich sehr einfach ausführen. Man errichtet die Hilfsvertikale und berechnet für z. B. $k = 100$ und für den der Hilfsvertikalen zukommenden Wert von C eine Ordinate der Parabel. Dann sind die $k = 1, 4, 9, 16$ usw. entsprechenden Ordinaten gleich $^1/_{10}$, $^2/_{10}$, $^3/_{10}$ usw. Teile der berechneten Ordinate. Die Konstruktion der Parabel wird durch die Zeichnung der Tangenten erleichtert, die man dadurch erhält, daß man durch die Endpunkte der Ordinaten Gerade legt, welche auf der Ordinatenachse Strecken von halber Ordinatenhöhe abschneiden.

Das Verhältnis k zwischen Selbstinduktion und Kapazität läßt sich durch eine einfache Division für jedes gegebene L und C schnell berechnen, ebenso L oder C durch Multiplikation von k mit C oder L. Die einfache Beziehung $L = k \cdot C$ gestattet aber auch eine einfache graphische Darstellung (Fig. 3). Die Methode ist genau wie die oben beschriebene, nur daß die Hilskurve, da die Variabeln alle in der ersten Potenz erscheinen, anstatt einer Parabel eine gerade Linie wird. Die

Ordinaten der Schnittpunkte auf der Hilfsvertikalen wachsen folglich in arithmetischer Progression, und die Hilfskurve wird daher unnötig. Das Diagramm hat einfach als Ordinaten den Maßstab für L, als Abszissen den für C und auf der Hilfsvertikalen den für k. Auch lassen

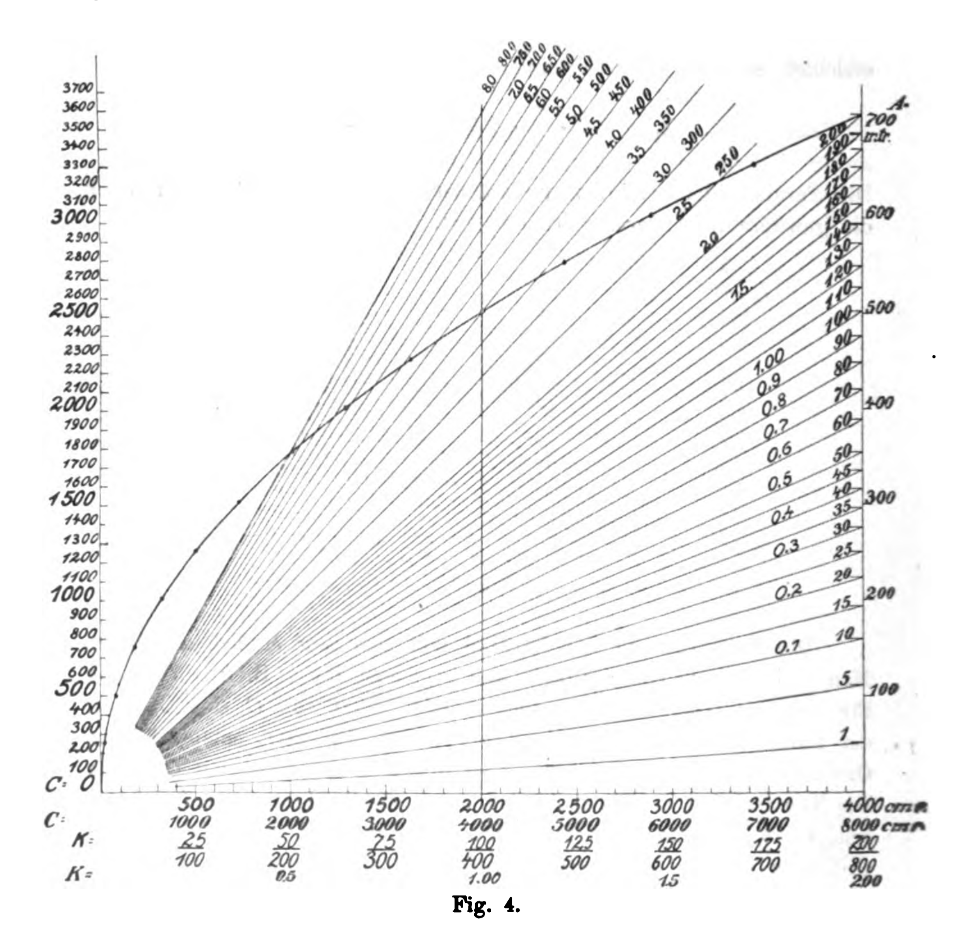


Fig. 4.

sich die Maßstäbe ändern, ganz ähnlich wie oben, nur noch einfacher, da die Verhältnisse immer nur in der ersten Potenz eingehen.

Fig. 4 zeigt ein vollständiges Diagramm zum praktischen Gebrauch für die Bestimmung der Wellenlänge. Dazu gehört das Diagramm Fig. 5 für die Bestimmung von k aus L und C (oder von L oder C aus k mit C oder L). Die Größe der Diagramme und die

Maßstabe sind hier so gewählt, daß die Diagramme den ganzen Bereich der in der praktischen Radiotelegraphie gebräuchlichen Wellen-

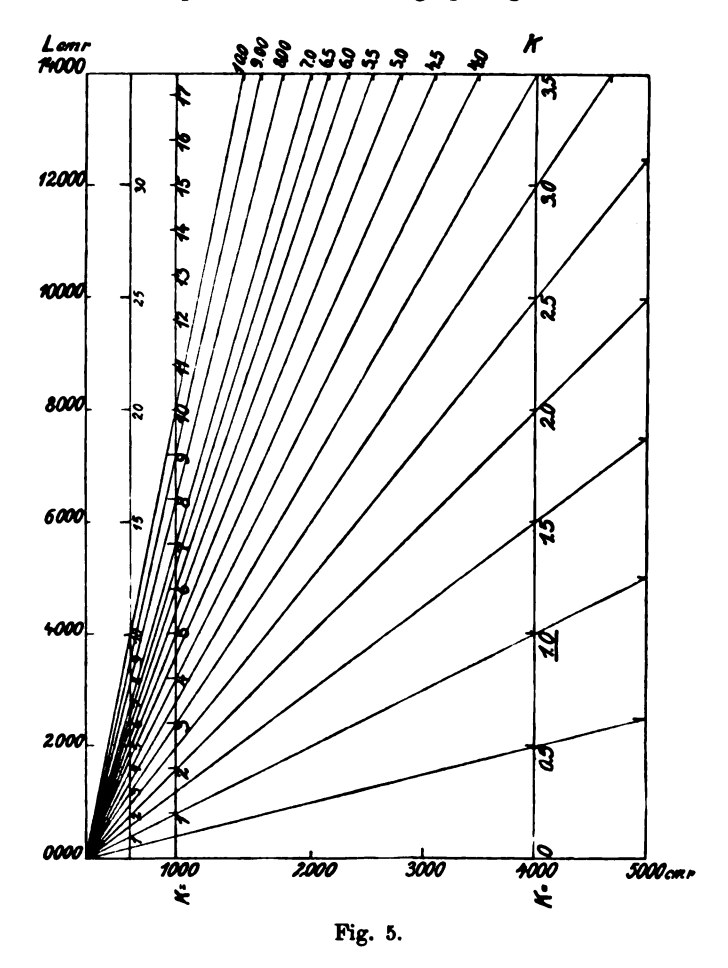


Fig. 5.

längen für alle vorkommenden Kombinationen von Selbstinduktion und Kapazität umfassen.

(Eingesandt 1. Oktober 1912).

Über den günstigsten Wert des Nutzwiderstandes eines Resonators.

Von **J. F. J. Bethenod.**

Wenn man einen in dem elektromagnetischen Feld irgend eines Oszillators befindlichen Resonator betrachtet, in dessen Kreis ein thermischer Detektor geschaltet ist, mit dem man die wirksame Intensität messen kann, so weiß man, daß man im Resonanzfalle diese Intensität auch theoretisch durch die klassische Formel von Bjerknes[1])

$$J_0^2 = f \frac{E^2}{16 L^2} \cdot \frac{1}{\alpha \cdot \beta \cdot (\alpha + \beta)} \tag{1}$$

ausdrücken kann.

Es bezeichnen:

J_0 den Maximalwert der wirksamen Intensität, d. h. diejenige, welche dem Falle der Isochronität zwischen Oszillator und Resonator entspricht;

f die Funkenfrequenz (im folgenden als konstant angenommen);

E die Maximalamplitude der E.M.K., die unter der Wirkung des Oszillators im Resonator induziert wird;

L die Selbstinduktion des Resonatorkreises;

α den Dämpfungsfaktor der vom Oszillator ausgesandten Wellen;

β den Dämpfungsfaktor des Resonatorkreises.

Die Eigendämpfung β des Resonators setzt sich nun offenbar zusammen aus der Dämpfung γ aus den Verlusten (einbegriffen die Strahlungswirkung) in den Selbstinduktionsspulen und Kapazitäten, die den Resonator bilden und der Dämpfung δ, veranlaßt durch die Anwesenheit des Thermodetektors: diese letztere zusätzliche Dämpfung bildet ersichtlich die „Nutzdämpfung" des Resonators. Man kann also schreiben:

$$\beta = \gamma + \delta \tag{2}$$

wobei δ proportional dem Ohmschen Widerstand des Thermodetektors ist und γ die Dämpfung des übrigen Teiles des Resonatorkreises darstellt.

Andererseits ist offenbar die bei Resonanz durch den Thermo-

1) Vgl. z. B. J. Zenneck, Elektromagnetische Schwingungen und drahtl. Telegr., S. 593; J. Boulanger et G. Ferrié, La télégraphie sans fil et les ondes électriques 7e Édition, S. 166.



detektor aufgenommene Energie W_0 (Nutzenergie) proportional dem Produkt $J_0^2\,\delta$:

(3) $$W_0 = k\,J_0^2\,\delta$$

wo k ein ohne weiteres berechenbarer Proportionalitätsfaktor ist.

Man hat also nach Gleichungen (1) und (2):

(4) $$W_0 = k f \cdot \frac{E^2}{16\,L^2} \cdot \frac{\delta}{\alpha(\gamma+\delta)(\alpha+\gamma+\delta)}$$

Als Funktion von δ wird dieser Ausdruck der Nutzenergie offenbar ein Maximum, wenn δ der sehr einfachen Bedingung genügt:

(5) $$\delta^2 = \gamma^2 + \alpha\gamma$$

wie man leicht verifiziert, wenn man beachtet, daß

$$\frac{(\gamma+\delta)(\alpha+\gamma+\delta)}{\delta} = \delta + \alpha + 2\gamma + \frac{\gamma(\alpha+\gamma)}{\delta}$$

Die Formel (5) bestimmt den günstigsten Wert der „Nutzdämpfung" eines Resonators mit Thermodetektor entsprechend dem uns gestellten Problem.

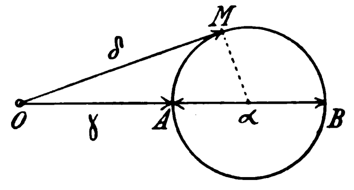


Fig. 1.

Es ist interessant, dieses Resultat mit dem schon von R. Rüdenberg[1]) für ungedämpfte Wellen gegebenen zu vergleichen: in diesem Falle findet man, daß die Nutzenergie, welche vom Detektor absorbiert wird, ein Maximum ist für $\delta = \gamma$, d. h. wenn die vom Detektor absorbierte Energie gleich der zerstreuten Energie ist. Man findet hier wieder dasselbe Resultat für $\alpha = 0$; in dem allgemeinen Fall $\alpha > 0$ zeigt die Gleichung (5), daß $\delta > \gamma$, d. h. daß die günstigste Nutzdämpfung stets größer ist als die entsprechende Dämpfung der zerstreuten Energie.

Die vorstehenden Betrachtungen können ersichtlich auf den Fall ausgedehnt werden, wo der Resonator die Form einer radiotelegraphischen Antenne annimmt; man kann sie sogar in erster Annäherung verallgemeinern für den Fall, wo der Detektor in einen geschlossenen aperiodischen Kreis gelegt ist, der induktiv (oder direkt) mit der Antenne gekoppelt ist. In diesem Falle kann man annehmen, daß die Koppelungsänderung ein bequemes Verfahren liefert, um den „Nutz-

1) Vgl. Jahrb. 6, 172, 1912.

widerstand" auf seinen günstigsten Wert zu bringen, indem die Rückwirkung des Detektorkreises merklich äquivalent ist einer Änderung der scheinbaren Größen der Selbstinduktion und des Ohmschen Widerstandes des Resonators, gebildet aus dem ganzen System Antenne—Erde.

Zum Schluß will ich eine sehr einfache geometrische Interpretation der Formel (5) geben:

Tragen wir, nach Fig. 1, auf irgend einer Geraden Längen $\overline{O}\,\overline{A}$ als Maß der Dämpfung γ und $\overline{A}\,\overline{B}$ als Maß der Dämpfung α auf; über $A\,B$ als Durchmesser beschreiben wir einen Kreis und ziehen die Tangente $\overline{O}\,\overline{M}$. Nach einem Satz der elementaren Geometrie läßt sich leicht beweisen, daß die Länge $\overline{O}\,\overline{M}$ die günstigste Nutzdämpfung δ mißt gemäß Formel (5) für gegebene Werte von α und γ.

(Nach dem Französischen. E.)

(Eingesandt 15. November 1912.)

Neuerungen beim Marconisystem.[1])

Von **Eugen Nesper.**

Über die von Marconi auf seinen Großstationen benutzten Schwingungserscheinungen ist bis heute keine allgemein verbreitete Klarheit vorhanden. Häufig findet man die Anschauung vertreten, daß Marconi reine Stoßsender benutzt, während an anderen Stellen zum Ausdruck gelangt, daß er kontinuierliche Schwingungen anwendet.

Aus der geringfügigen Originalliteratur und aus mündlichen Mitteilungen scheint klar hervorzugehen, daß Marconi bei seinen Großstationen in der Hauptsache Sender benutzt, welche, abgesehen von gewissen Verbesserungen im wesentlichen nach der alten Funkenmethode arbeiten, daß sie aber auch für gewisse Fälle Schwingungen gleichbleibender Amplitude erzeugen können.

Wenn man zunächst die ersteren Sender betrachtet, so ergibt sich, daß es durch besondere Einrichtungen an der Funkenstrecke Marconi gelungen ist, die Funkenzahl so zu steigern, daß er im Empfänger musikalische Töne erhält. Außerdem war die Möglichkeit gegeben, bei langen Wellen Schwingungen zu erzeugen, welche bei großen Einsatz-

1) Vgl. Jahrb. 1, 608, 1908.

amplituden sich denen kontinuierlicher Art nähern. Ferner gelang es ihm, die Energie so zu steigern, daß er in den Antennen seiner Großstationen 150 Amp. und in einigen Fällen noch erheblich größere Stromstärken erzielte, so daß mit hinreichender Betriebssicherheit z. B. der Atlantische Ozean überbrückt werden konnte.

Sämtlichen Marconischen Sendern ist die besondere Art der Ausbildung der Funkenstrecke eigen. Stets ist diese so beschaffen, daß bei vorzüglicher Kühlung die Ionnen zwischen den Elektroden der Funkenstrecke außerordentlich rasch und sicher entfernt werden, so daß stets nach einigen, etwa 3—5 maligen Hin- und Herschwingungen der Energie die Funkenstrecke entionisiert ist und ein Zurückschwingen der Energie auf den Funkenstreckenkreis vermieden ist. Dies wird dadurch erreicht, daß in allen Fällen die Elektroden der Funkenstrecke eine schnelle Relativbewegung gegeneinander ausführen, welche um so mehr gesteigert wird, je größer die durch den Entladungskreis in Hochfrequenz umzusetzende Energie ist. Außerdem wird durch die Funkenstrecke Luft geblasen, um leitende Gasteilchen noch gründlicher zu entfernen und die Kühlung noch weiterhin zu verbessern.

Bei einigen Anordnungen ist außerdem noch der Kunstgriff der Serienschaltung angewendet, indem die Funkenentladung ihren Weg längs der Peripherie des mit Nasen versehenen rotierenden Rades nach entsprechenden feststehenden Vorsprüngen macht.

Marconi verwendet bei seinen Großstationen teils mit Wechselstrom, teils mit hochgespanntem Gleichstrom arbeitende Sender.

Bei Benutzung von Wechselstrom ist die Anordnung eine derartige, daß die Periodenzahl der Wechselstrommaschine maßgebend für die Funkenzahl ist, indem bei jeder Periode ein Funke zwischen den Elektroden übergeht. Hierauf wird weiter unten noch näher eingegangen werden.

Bei Anwendung von hochgespanntem Gleichstrom liegt die Schaltung entsprechend Fig. 1 zugrunde. Marconi entnimmt den hochgespannten Gleichstrom einer Akkumulatorenbatterie, welche mittels einer Wechselstrommaschine und Quecksilbergleichrichtern aufgeladen wird. Auf diese Weise werden gefährliche Hochspannungen am Kollektor der Maschine vermieden. Bei richtiger Wahl der Spulen und Kondensatorendimensionen werden in dem auf die Antenne wirkenden Hochfrequenzkreise kräftige Entladungen einsetzen, welche infolge der Relativbewegung der Elektroden und eventuell der durchgeblasenen Luft rasch abreißen. Die gesamte Energie befindet sich alsdann in der Antenne und wird von dieser ausgestrahlt. Die Funkenfrequenz und damit

der Ton im Empfänger ist hierbei direkt von den elektrischen Dimensionen der Spulen und Kondensatoren abhängig und kann durch Veränderung dieser Dimensionen in bekannter Weise variiert werden.

Die in Eig. 1 dargestellte Anordnung hat infolge der Schaltung der Kondensatoren den Vorteil, daß ein Kurzschluß der Batterie vermieden ist.

Einen Sonderfall der Anordnung nach Fig. 1 stellt die Einrichtung dar, wenn das mittlere Elektrodenrad der Funkenstrecke nicht mit vorspringenden Nasen (wie in Fig. 1) versehen ist, sondern vielmehr mit glatter und ebener Oberfläche ausgebildet ist, wobei der Abstand

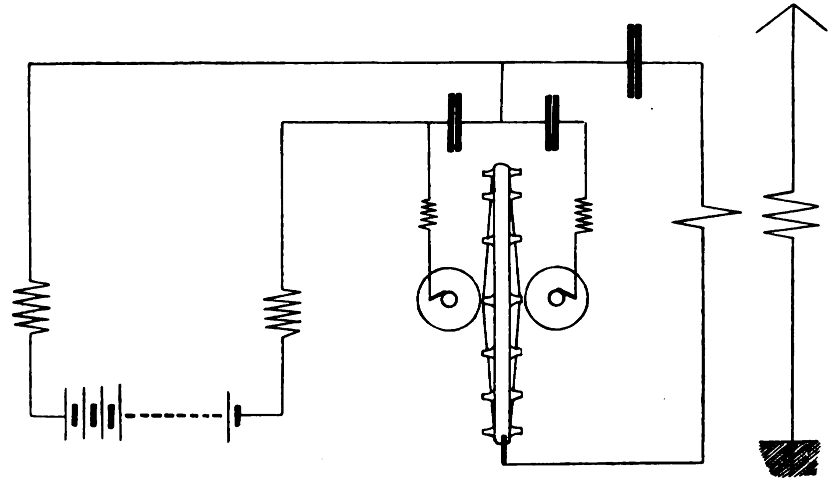


Fig. 1.

zwischen der mittleren und jeder der beiden seitlichen Elektroden außerordentlich klein gewählt ist. Alsdann können mit einer derartigen Anordnung Schwingungen konstanter Amplitude kontinuierlicher Form erzeugt werden.

Wendet man sich nun der im allgemeinen von Marconi bisher benutzten Speisung der Funkenstrecke durch Wechselstrom zu, so ergibt sich folgendes:

Die Stationen in Clifden und Glacebay arbeiten normal mit einer Funkenfrequenz von etwa 400 in der Sekunde; bei Coltano scheint die Frequenz etwas größer zu sein; es mag allerdings noch dahingestellt sein, ob diese Station gegenwärtig schon endgültig abgeglichen ist. Die Entladungen sind im allgemeinen sehr regelmäßig,

so daß die Tonwirkung im Empfänger auch während langer Sendeperioden recht gut ist und wahrscheinlich die nach dem Wienschen Verfahren, insbesondere bei Umformung größerer Energien, übertrifft. Die verwandte Wellenlänge beträgt in Clifden und Glacebay etwa 6000 m, in Coltano liegt sie normal etwa um 5500 m.

Der jeweilig zur Anwendung gelangende Sender ist der gewünschten Energie entsprechend konstruiert; maßgebend für die Konstruktion der Funkenstrecke ist die von der umzuformenden Energie entsprechend zu entfernende Ionenmenge in der Sekunde.

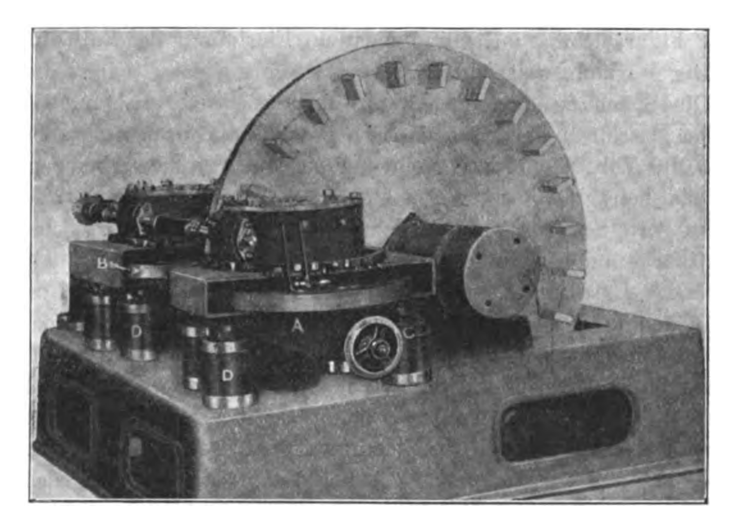


Fig. 2.

Bei kleinen Sendern für geringe Hochfrequenzleistung genügen daher die bekannten Funkenkalotten, die verdreht werden können. Parallel zu diesen liegt noch eine feste und einmal eingestellte Funkenstrecke, um den Sender vor Überlastungen zu schützen und infolge der Bestrahlung ein regelmäßiges Arbeiten zu bewirken.

Bei mittelgroßen Stationen (ca. 5 KW. Hochfrequenzleistung) rotiert eine mittlere Scheibe, und die Entladungen gehen von auf der Scheibe angebrachten Vorsprüngen oder Speichen, die aus Zink bestehen und radial an der Scheibe angeordnet sind, nach zwei festen, aus Kupfer hergestellten Elektroden über. Die Anzahl der Speichen richtet sich nach der den Wechselstrom liefernden Maschine, mit deren Anker die Scheibe isoliert gekuppelt ist, und nach der gewünschten Funken-

frequenzzahl, also dem gewünschten Ton im Empfänger. Die erwähnten festen Elektroden sind auf einem mit einer Ablesungsskala versehenen Rahmen montiert, der ähnlich wie der Bürstenhalter einer Gleichstrommaschine gedreht und auf bestimmte Werte eingestellt werden kann.

Bei größeren Stationen (ca. 20 KW. und mehr) wird z. B. eine Ausführung angewandt, welche Fig. 2 wiedergibt. Die große rotierende senkrechte Scheibe hat 24 Vorsprünge und macht ca. 3000 Touren pro Minute. Die Hilfsscheibenelektroden rotieren mit mäßiger Umfangsgeschwindigkeit in horizontaler Richtung und werden durch ein Schneckengetriebe von der Hauptwelle in Umdrehungen versetzt. Das rechts in der Figur sichtbare Handrad dient zur Einstellung der Entladungen.

Die Wirkungsweise dieser Sender ist folgende:

Die Spannung am Kondensator des Sendekreises ist infolge des zwischen Maschine und Funkenstrecke liegenden Transformators ca. 15000 bis 20000 Volt, die Relativgeschwindigkeit der großen Scheibe gegen die feste beträgt 200 m pro Sekunde, die Funkenfrequenz ist 300 bis 500 pro Sekunde. Es sind nun die Materialien der Scheiben, deren Stärke und die Stärke des durch die Funkenstrecke hindurchgeblasenen Luftstromes so gewählt, daß äußerst kräftige Funkenentladungen in der Funkenstrecke auftreten, die jedesmal bereits einsetzen, bevor die geringste Entfernung zwischen den Vorsprüngen und den Elektroden erreicht ist, wobei aber infolge der Rotation des Luftstromes usw. bei jeder Funkenentladung nur wenige äußerst gering gedämpfte Schwingungen im Kondensatorkreise auftreten (Fig. 3). Der Kondensatorkreis soll nach den Angaben Marconis außerordentlich schwach gedämpft sein. Bei Verwendung von Luftkondensatoren und langen Wellen soll die Dämpfung nur 0,03—0,06 betragen. Der Kreis schwingt also infolge schnellen Abreißens der Funkenentladung sehr schwach gedämpft aus, wobei die Koppelung mit der Antenne lose gewählt sein muß (ca. 3%,1 Windung). Die erhaltene Koppelungskurve zeigt jedoch keine reine Spitze, sondern zwei dicht nebeneinander liegende Maxima, so daß praktisch allerdings die Antennenstrahlung wohl nahezu einwellig ist, indessen ist es hiernach nicht angängig, von einer reinen Stoßerregung zu sprechen, insbesondere wenn man unter dieser die Wiensche Stoß-Schwebungserregung versteht. Bevor die Energie von der Antenne auf den Kondensatorkreis zurückschwingen kann, ist die Entladestrecke entionisiert, das Auftreten von Schwebungen ist daher unmöglich gemacht. Auf diese Weise werden also von der Antenne regelmäßig aufeinander folgende Gruppen von Schwingungskomplexen erzeugt, wenn 500 Funken in der Sekunde vorausgesetzt sind.

Der nach dieser Methode erzeugte Antennenstrom dürfte bei den Großstationen mehrere hundert Ampere betragen.

Ein generelles Schaltungsschema der Marconianordnung gibt Fig. 4 wieder. *A* ist die Wechselstrommaschine, welche entsprechend der Größe der Station Wechselstrom von 50—500 Perioden erzeugt. Die Maschine ist mittels einer isolierten Koppelung *B* mit der mittleren Scheibe *C* des Funkenentladers *K C L* gekuppelt. *D* ist eine Drosselspule, *E* ein Hochspannungstransformator, der 75—2000 Volt primär entsprechend der Stationsgröße auf 15000—20000 Volt herauftransformiert. Die Hochspannungswickelungen des Transformators sind

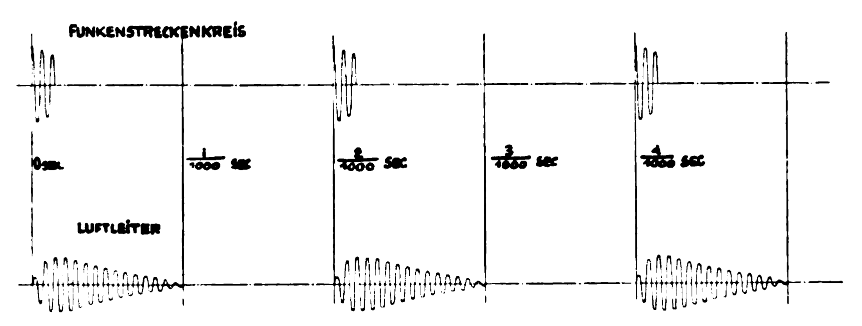


Fig. 3.

unter Zwischenschaltung von Luftdrosselspulen *F* mit dem geschlossenen Senderschwingungskreis verbunden. Dieser besteht aus einer großen, aus einzelnen parallel und in Serie liegenden Kondensatoren gebildeten, offenbar stufenweise veränderlichen Kapazität *G*, einer veränderlichen Selbstinduktion *H*, dem Koppelungstransformator *J*, welcher die Herstellung einer losen Antennenkoppelung gestattet, und der Funkenentladestrecke *K C L*, über deren Ausbildung das oben Gesagte gilt. Es ist bemerkenswert, daß die erwähnten Kondensatoren nicht mehr, wie bei den älteren Installationen, insbesondere wie früher in Poldhu, aus in Luft hängenden Zinkplatten gebildet werden, sondern daß diese vielmehr aus Metallplatten bestehen, welche durch Glasplatten voneinander isoliert sind, und wobei Glas- und Metallplatten in Tonkästen angeordnet sind, die mit gut isolierendem Öl gefüllt sind. Die dielektrischen Verluste dieser Kondensatoren sind offenbar gegenüber den in der Luft angeordneten Platten größer, so daß die Dämpfung des Funkenkreises auch wohl gegen früher etwas gewachsen ist. Vermutlich hat aber Marconi aus räumlichen und konstruktiven Gründen

die bei der gegebenen etwa zwei Mikrofarad betragenden Kapazität in den Abmessungen kleineren Kondensatoren gewählt.

Als Antenne wählt Marconi bei kleinen und mittleren Stationen

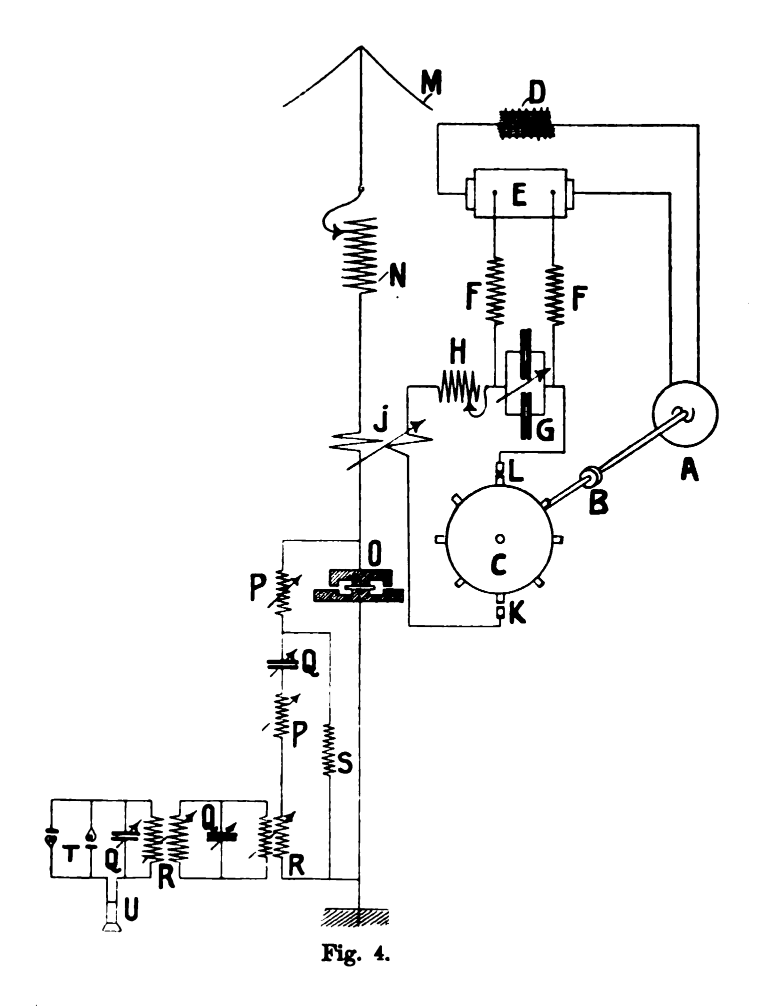


Fig. 4.

immer noch Schirmantennen, wie in der Figur durch *M* zum Ausdruck gebracht ist. Diese Schirmantennen hängt er neuerdings an Stahlrohrmasten, deren oberster Teil aus Holz besteht, auf. Die gleiche Mastkonstruktion verwendet Marconi jetzt auch bei seinen Großstationen, bei denen die Antennenform bekanntlich die Form eines langgestreckten,

zur Erdoberfläche parallel geführten Drahtsystems (geknickte Antenne) aufweist. N ist eine zwischen Koppelungstransformator und Antenne geschaltete veränderliche Spule zur Abstimmung der Antenne. O ist eine Einrichtung, welche von Marconi „earth arrester" genannt wird und als Kurzschließer nach Erde angesprochen werden kann[1]. Dieser Apparat, welcher im wesentlichen aus zwei parallelen, durch eine Glimmerplatte in einem konstanten kleinen Abstand gehaltenen Metallplatten besteht, hat die Aufgabe, beim Senden die Energie von der oberen, mit der Antenne verbundenen Platte, nach der anderen, an Erde gelegten Platte überströmen zu lassen, also einen Kurzschluß nach Erde herzustellen. Sobald jedoch die Senderschwingungen aufhören, ist momentan und automatisch durch den earth arrester der Kurzschluß aufgehoben. Es ist infolgedessen möglich, daß der Telegraphierbeamte während des Sendens das Empfangstelephon des Empfangsapparates am Ohr behält und in den zwischen den Sendezeichen liegenden Pausen infolge des durch den earth arrester bewirkten automatischen Abschaltens hört, ob die korrespondierende Station sendet. Vollständigen Text während der kurzen Pause, welche Marconi jedoch bedeutend länger bemißt als die Sendezeit, abzuhören, würde im allgemeinen ausgeschlossen sein. Immerhin ist aber durch diese Einrichtung auf jeden Fall eine gute Kontrolle der Gegenstation gegeben Auch ist es hierdurch ermöglicht, insbesondere dann, wenn sich Stationen verloren haben, daß diese sich leicht wiederfinden und miteinander in Verkehr treten können.

Die links in Fig. 4 zum Ausdruck gebrachten Apparate betreffen die Empfangsseite[2]. Es ist der Fall vorausgesetzt, daß unter Verwendung eines abgestimmten Zwischenkreises mittels der Audiondetektoren von Fleming möglichst störungsfrei empfangen werden soll. Indessen sind die Empfänger auch so eingerichtet, daß unter Vermeidung des Zwischenkreises mit dem Detektor der ferne Sender gesucht werden kann, und daß darauf erst durch eine Umschaltevorrichtung der Zwischenkreis eingeschaltet wird, um bei möglichst guter Abstimmung tunlichst störungsfrei zu empfangen.

P sind veränderliche Selbstinduktionsspulen, Q sind variable Empfangskondensatoren, bei denen Marconi gleichfalls von dem bisher allgemein von ihm verwendeten Typ der Luftkondensatoren be-

1) Eine dem earth arrester ähnliche Abschaltfunkenstrecke wurde schon früher (ca. 1901) von der funkentelegraphischen Abteilung der A.E.G. benutzt.

2) Bezüglich der Abstimmungs- und Empfangsapparate siehe T. G. Thörnblad, Jahrb. 4 97, 217, 302 1911.

gegangen ist und an deren Stelle eine Konstruktion verwendet, bei welcher zwischen den Metallplatten Hartgummiplatten angeordnet sind, die als Isolation an Stelle von Luftisolation wirken. Die mechanische Reibung zwischen diesen Platten ist verhältnismäßig nur gering; die Kondensatoren lassen sich leicht einstellen und es sind durch Verwendung der Hartgummiisolation infolge des gegenüber Luft besseren Dielektrikums weit geringere Abmessungen der Kondensatoren bei gleichen Kapazitätswerten zu erzielen gewesen.

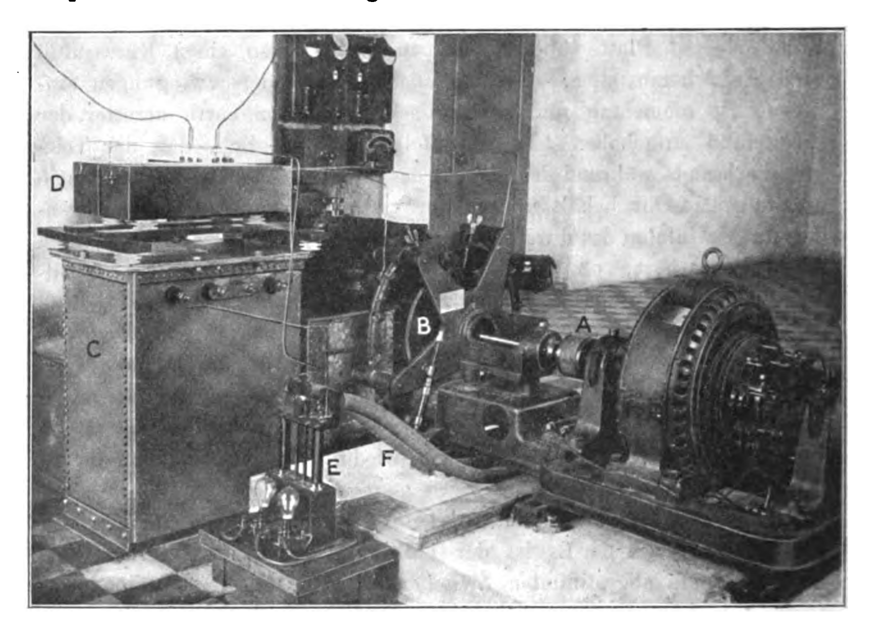


Fig. 5.

R sind veränderliche Koppelungstransformatoren, *S* ist eine Spule hinreichend großer Selbstinduktion, um atmosphärische Entladungen möglichst störungsfrei zur Erde abzuleiten. *T* sind zwei gegeneinander geschaltete Audiondetektoren, welche durch eine Batterie erregt werden, und *U* ist das Empfangstelephon. Die Gegeneinanderschaltung der Audiondetektoren, welche bei dieser Schaltung beide nicht gleichempfindlich sein dürfen, was praktisch wohl meist der Fall sein wird, soll aus dem Grunde erfolgen, um den einen Audiondetektor auf atmosphärische Störungen empfindlicher zu machen als den anderen Detektor. Es soll alsdann die Gleichrichtung aufhören oder wenigstens vermindert

werden, und die atmosphärischen Störungen sollen gegenüber den aufgenommenen Schwingungen verschwinden.

Der Audiondetektor wird von Marconi an den Stellen verwandt, wo es auf eine möglichst hohe Empfindlichkeit ankommt. Für alle anderen Fälle verwendet er nach wie vor die Magnetdetektoren, welche zwar wesentlich unempfindlicher sind, aber einmal eingestellt, nicht nachreguliert zu werden brauchen, durch starke atmosphärische Entladungen nicht zerstört werden und auch von unerfahrenen Personen leicht bedient werden können, da es nur erforderlich ist, das Laufwerk aufzuziehen und in Gang zu setzen.

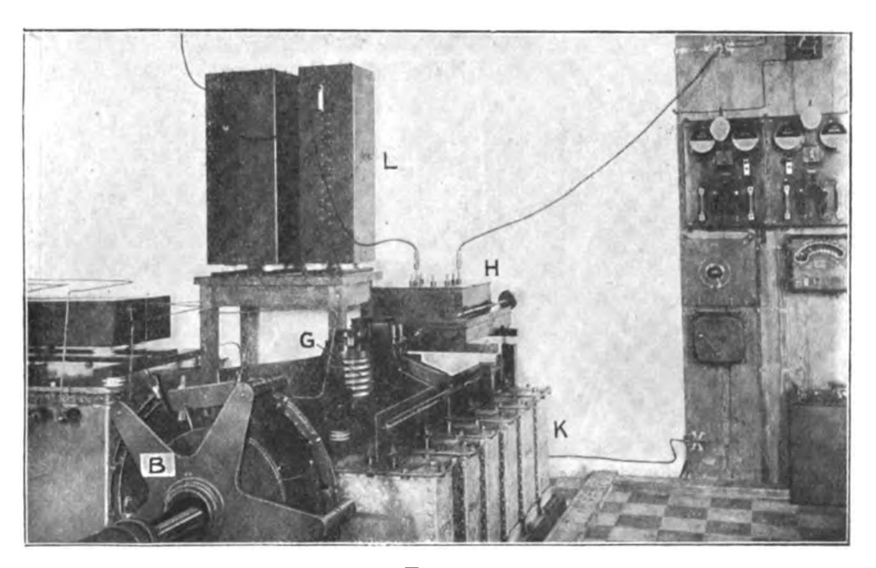


Fig. 6.

Nachstehend folgen einige Abbildungen einer festen Station, einer Militär-Karrenstation und einer leichten Packsattelstation.

Die feste Station zeigt in den Fig. 5 u. 6 die Maschinen- und Senderanordnungen der 10 KW. Station in Athen. In Fig. 5 ist rechts die Wechselstrommaschine, welche mittels einer isolierenden Koppelung *A* mit dem Funkenentlader *B* direkt gekoppelt ist, ersichtlich. *C* ist der Öltransformator, über welchem unter Zwischenschaltung von Hartgummiplatten und Porzellanisolatoren in Kästen *D* die Drosselspulen ohne Eisenkern angeordnet sind. *E* ist das Tastrelais, zu welchem Luftzuführungsröhen *F* führen, um mittels des durch sie hindurch-

fließenden Luftstromes Lichtbögen an den Relaiskontakten auszublasen. — Fig. 6 zeigt den Sender von der anderen Seite gesehen. *G* ist die in dem die Funkenstrecke enthaltenden Kreise liegende Abstimmspule. Mit *H* ist ein Kasten bezeichnet, in welchem die Koppelungsanordnung enthalten ist, und *L* sind die im Luftleiter liegenden Selbstinduktions-Abstimmspulen.

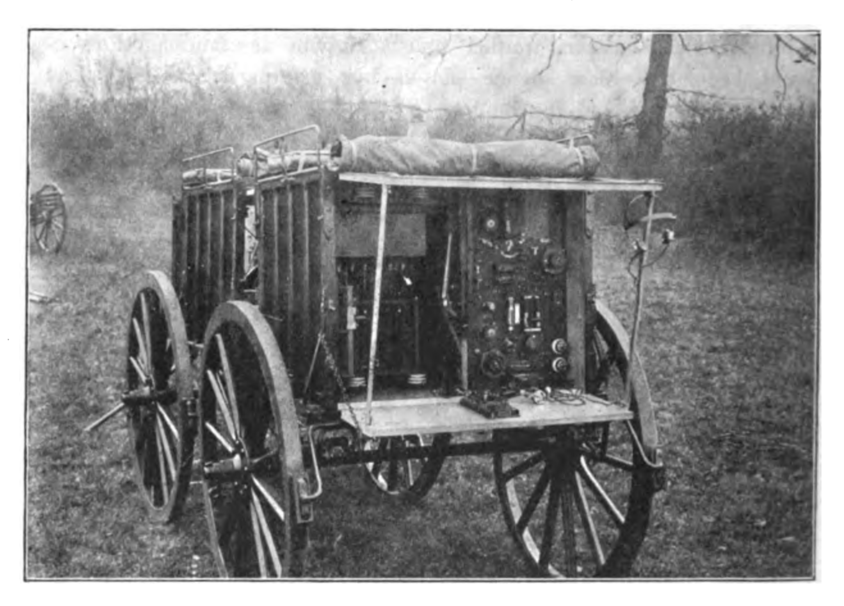


Fig. 7.

In Fig. 7 ist eine fahrbare drahtlose Station für militärische Zwecke wiedergegeben. Zur Unterbringung der Maschinen und Apparate dient ein aus Vorder- und Hinterwagen bestehendes Protzfahrzeug, während ein anderes Protzfahrzeug den Holzmast, der aus sechs gleichen auswechselbaren Teilen besteht, einen Hilfsmast, das Luftleiter- und das Erdungsgebilde, bestehend aus vier Kupferdrahtgazelitzen, Ersatzteile, sowie den Brennstoff (Petroleum) für etwa drei bis vier Wochen enthält. Der Antriebs-Petroleummotor ist zweizylindrisch und arbeitet mit Luftkühlung und Hochspannungsmagnetzündung auf eine Wechselstromdynamomaschine, welche bei 150 Volt etwa 1—0,05 KW. leistet. Außerdem ist die Maschine mit einer besonderen Wickelung und einem Kommutator versehen, um für die Aufladung der Akkumulatoren für die Audionempfänger Gleichstrom entnehmen zu können.

Die Funkenstrecke befindet sich in einem luftdicht-abgeschlossenen Behälter, welcher mit einem Ventilator versehen ist.

Funkenstrecke, Ventilator, Dynamomaschine und Petroleummotor sind axial angeordnet.

Die Wellenlänge ist beliebig einstellbar.

Der Aufbau der Station soll in 15 Minuten bewirkt sein.

In den Fig. 8 u. 9 ist eine leichte Packsattelstation dargestellt. Die Reichweite dieser Station beträgt bis zu 50 km. Sämtliche

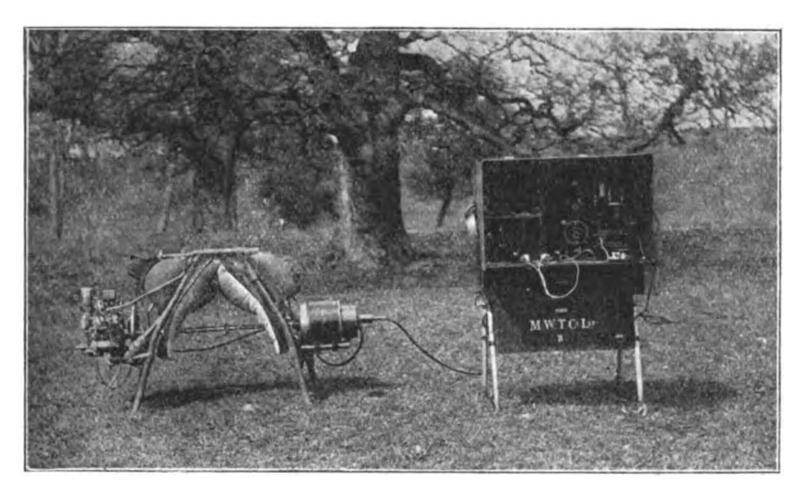


Fig. 8.

Maschinen- und Apparatteile werden auf vier Pferden verladen, wobei die Last pro Pferd unter 73 kg bleibt.

In Fig. 8 sind links der Packsattel, rechts die Sende- und Empfangsapparate erkennbar. Auf dem Packsattel, welcher von dem ersten Pferd getragen wird und der aus einem starren Rahmen aus Stahlrohr mit teleskopartigem Querstücken und den eigentlichen Ledersätteln besteht, ist der Antriebs-Petroleummotor nebst Kuppelung, Dynamomaschine und Petroleumbehälter angebracht.

Ein zweites Pferd trägt den Transformator und den Empfänger mit allen Zubehörteilen, sowie den Antennenstromkreis des Senders.

Ein drittes Pferd trägt die Mastteile, das Luftleitergebilde und die Erddrähte, ein viertes Pferd den Mast, Abspannungen und den primären Stromkreis des Senders.

Der Sender und Empfänger ist in vergrößertem Maßstabe in Fig. 9 wiedergegeben.

Außer den erwähnten neuen Konstruktionen soll es Marconi gelungen sein, eine auch Schiffen betriebssicher funktionierende Anruf

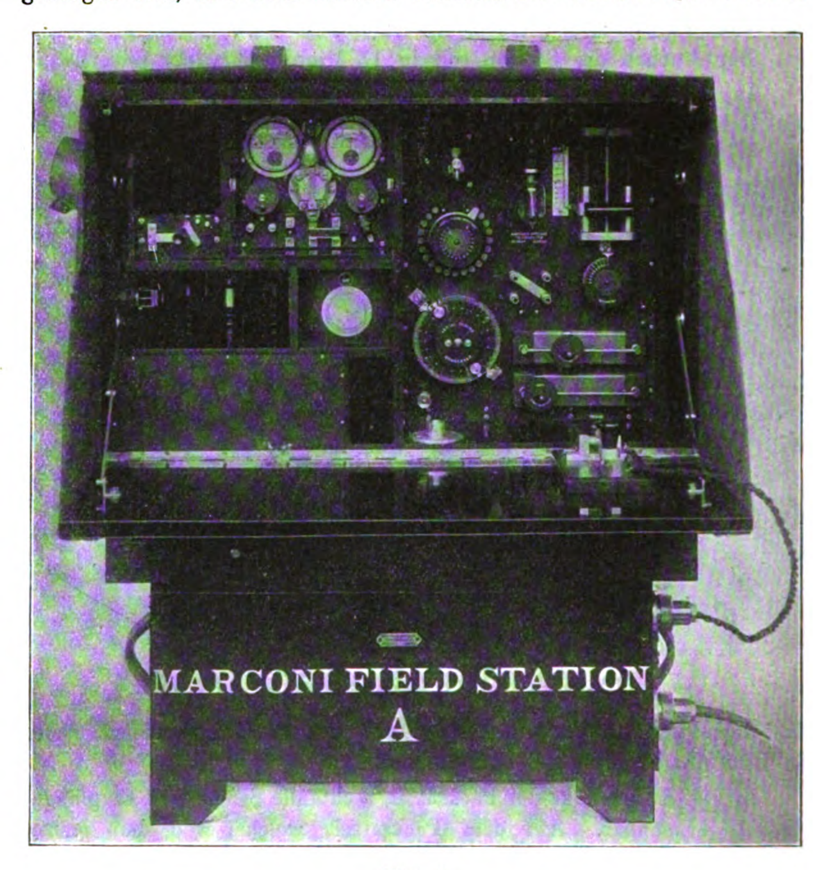


Fig. 9.

vorrichtung herzustellen und unter räumlicher Trennung von Sende- und Empfangsstation zu gleicher Zeit auf einer und derselben Station zu senden und zu empfangen, mithin also gegenzusprechen. Über diese Einrichtungen war bisher näheres nicht zu erfahren. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß der Anrufapparat die den bisherigen Konstruktionen anhaftenden Nachteile nicht vermeidet, daß er also auch auf genügend lange andauernde atmosphärische Störungen anspricht,

welche gleichfalls einen hinreichenden Effekt im Detektor hervorrufen, und daß er mechanisch erschütterungsempfindlich; auch dürfte er infolge der Eigenart der zu verwendenden Detektoren nur für im Verhältnis zur Senderenergie relativ kleine Entfernung anwendbar sein.

Die Einrichtung zum gleichzeitigen Senden und Empfangen besteht darin, daß jede der Stationen mit zwei großen parallel geführten gerichteten Antennen und einer kleinen zu dieser Richtung senkrecht stehenden Antenne ausgerüstet ist. Die erste der großen gerichteten Antennen ist mit Sender verbunden, die zweite länger ausgebildete ist an den Empfänger angeschlossen. Die Wellendifferenzen zwischen beiden soll mindestens 5 %, der räumliche Abstand 15 km betragen. Vom Empfänger wird mittels Relais der Sender getastet, der ferner dauernd durch einen mit der kleinen Antenne verbundenen Empfangsapparat kontrolliert wird.

(Eingesandt 1. Oktober 1912.)

Genaue Eichung einer Thermoelement-Anordnung.

Von **Siegmund Loewe.**

Die Messung schwacher Wechselströme, insbesondere solcher von hoher Frequenz, erfolgt gewöhnlich mittels eines Thermoelementes, welches von dem zu messenden Wechselstrom J_{eff} durchflossen wird und seinerseits einen Gleichstrom i liefert, der in einem Gleichstromgalvanometer durch einen Ausschlag α gemessen wird. Meistens wird α als quadratisch proportional mit J_{eff} angenommen, so daß J_{eff} und α in der Beziehung stehen:

$$J_{eff}^2 = c \cdot \alpha$$

worin $c =$ const. sein soll.

Im Verlauf einer Untersuchung über die erreichbare Genauigkeit bei Widerstandsmessungen in Hochfrequenzkreisen wurde bei verschiedenen Thermoelementen und Galvanometern nachgeprüft, wieweit die Annahme $c =$ const. erfüllt ist. Die folgende Tabelle zeigt an einem Beispiel, welches sich auf ein Thermoelement nach Voege[1]) (Eisen-Konstantan, Hitzdraht aus Konstantan, 1 Ω) und ein Galvanometer von Siemens & Halske (Spulenwiderstand ca. 10 Ω, Empfindlichkeit: 1 mm Ausschlag bei 1 m Skalenabstand $= 1 \cdot 10^{-8}$ Amp.) bezieht, daß c nicht stets als konstant angenommen werden darf:

1) W. Voege, Elektrot. Ztschr. 1906, S. 467.



J_{eff} (10^{-3} Amp.)	α (Skt)	c
5,0	9,1	2,747
10,0	35,1	2,849
15,0	76,6	2,937
20,0	133,9	2,987
25,0	213,4	2,936
30,0	311,6	2,888
33,0	388,2	2,805

c kann auch nur dann konstant sein, wenn

1. die Stromlieferung des Thermoelementes genau quadratisch proportional mit J_{eff} ist, also $i = c_1 \cdot J_{eff}^2$,
2. der Galvanometerausschlag genau linear proportional mit i, also $\alpha = c_2 \cdot i$. Dazu kommt noch die rein experimentelle Schwierigkeit, daß:
3. während des Ausschlages eine Nullpunktsänderung eintreten kann
   a) durch elastische Nachwirkung des Galvanometers,
   b) durch thermische Änderungen (Erwärmung oder Abkühlung von Teilen der Anordnung).

Die thermischen Änderungen werden teils durch den Strom selbst hervorgerufen (Joulesche Wärme), teils entspringen sie äußeren Temperaturstörungen. Sie verursachen ebenso wie elastische Nachwirkung eine kriechende Einstellung des schließlichen Ausschlages, die dazu zwingt, mit der Ablesung bis zum Eintritt des Stillstandes zu warten. Die genannte Schwierigkeit fällt jedoch bei guten Instrumenten und sorgfältiger Vermeidung temperaturstörender Einflüsse in der Nähe der Meßanordnung nicht allzusehr ins Gewicht.

Eine getrennte Untersuchung von Thermoelement und Galvanometer ergab, daß weder c_1 noch c_2 völlig konstant waren, so daß die mangelhafte Konstanz von c durch beide Instrumente verursacht war und nicht einem von beiden allein zugeschrieben werden konnte. Die auffällige Größe der Inkonstanz im obigen Beispiel war allerdings zum Teil auf die durch die Versuchsanordnung gebotene ungünstige Aufstellung von Fernrohr und Skala zurückzuführen, welche sehr große Winkelausschläge zur Folge hatte. Immerhin zeigen die vorstehenden Zahlen, daß für genaue Messungen quadratische Proportionalität nicht immer vorausgesetzt werden darf. So erreichten die durch die Abweichung von der Proportionalität mit J_{eff}^2 verursachten Fehler bei der Messung von Hochfrequenz-Widerständen mit der Anordnung, auf

welche sich die Zahlen der Tabelle beziehen, Beträge bis zu 6 % des Meßwertes.

Sollen die beobachteten Ausschläge trotz nicht streng quadratischer Proportionalität ein genaues Maß des zugehörigen Stromeffektes J_{eff} geben, so muß der Zusammenhang von J_{eff} und α experimentell ermittelt, d. h. die Anordnung geeicht werden. Die im folgenden beschriebenen Verfahren der Eichung liefern diesen Zusammenhang relativ leicht mit einer Genauigkeit bis zu ca. ein Promille. — Man erhält eine Eichkurve, aus welcher für jedes α der entsprechende Wert von J_{eff} ersehen werden kann. Dieser ist in Formeln, die α enthalten, zur Rechnung zu verwenden, und zwar J_{eff} an Stelle von $\sqrt{\alpha}$.

Die Eichung kann mit Gleich- oder Wechselstrom ausgeführt werden. Die Beschaffung einer konstanten Stromquelle ist bei Gleichstrom leichter, die Eichung selbst dagegen mit Wechselstrom schneller, bequemer und genauer ausführbar.

1. Eichung mit Gleichstrom.

In Fig. 1 bedeutet B eine Akkumulatorenbatterie, A ein Milliamperemeter, U eine Quecksilberwippe, Th das Thermoelement[1]), G das Galvanometer; w_a und w sind Präzisionswiderstände, w_a zweckmäßig ein Stöpsel-, w ein Kurbelwiderstand. w_a wird so gewählt, daß das Galvanometer bei $w = 0$ über den ganzen zu eichenden Skalenbereich ausschlägt. Man vermeidet in dieser Weise die Gefahr, daß das Thermoelement bei versehentlich falschen Einstellungen von w durchgebrannt wird.

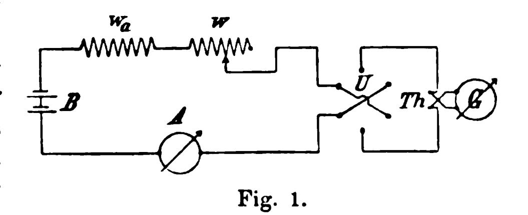


Fig. 1.

Zunächst muß man den gesamten, außerhalb von w und w_a liegenden Widerstand w_x bestimmen. Mit der Meßbrücke ist Vorsicht geboten, da die Brückenströme das Thermoelement beschädigen können. Man erhält aber w_x mit der Anordnung selbst leicht in folgender Weise: Die Akkumulatorenzellen werden gegeneinander geschaltet; sie liefern dann eine sehr kleine E.M.K., da die Zellen nie ganz gleiche Einzelspannungen besitzen; eventuell muß eine passende, bereits stärker entladene Zelle ausgesucht werden. Macht man nun

1) Thermokreuz oder Thermoelement nach W. Voege, l. c.

$w_a = 0$ und $w = w_1$, so möge das Galvanometer einen Ausschlag β_1 zeigen, entsprechend bei $w_a = 0$ und $w = w_2$ einen Ausschlag β_2. Dann ergibt sich

$$w_{x_1} = \frac{w_2 - w_1 \cdot \sqrt{\beta_1/\beta_2}}{\sqrt{\beta_1/\beta_2} - 1}$$

Man legt hierauf die Wippe U um und wiederholt die Messung, wodurch sich ein etwas anderer Wert w_{x_2} ergeben mag.

Das Mittel

$$w_x = \tfrac{1}{2}(w_{x_1} + w_{x_2})$$

stellt den gesamten, außerhalb von w_a und w liegenden Widerstand hinreichend genau dar.

Die bei dieser Bestimmungsart von w_x bereits vorausgesetzte Proportionalität zwischen β und J_{eff}^2 besteht zwar streng genommen nicht, der durch die Abweichung von derselben in w_x verursachte Fehler ist aber bedeutungslos, da w_x stets nur klein gegen $w_a + w$ ist.

Da nun sämtliche Widerstände des Stromkreises bekannt sind, so ist man in der Lage, durch einmalige Ablesung des Amperemeters A bei größtem Skalenausschlag sämtliche Ausschläge in Ampere auszudrücken.[1])

Die Eichung selbst besteht darin, daß man die zu den verschiedenen Werten von w gehörigen Ausschläge α abliest, indem man jedesmal den stationären Zustand abwartet. Bei guten Instrumenten dauert dies nur 5—10 Sek. Am besten geht man vom größten Ausschlag ($w = 0$) aus und beobachtet der Reihe nach die stetig wachsenden Werten von w entsprechenden kleineren Ausschläge. Es muß aber streng darauf geachtet werden, daß

1. vor der Eichung sich die Temperaturdifferenzen aller Teile der Anordnung ausgeglichen haben[2]) und
2. während der Eichung keine Temperaturdifferenzen auftreten; insbesondere sind Luftströmungen zu vermeiden, die das Galvanometer treffen. Ursachen solcher Luftströmungen sind: Öffnen der Türen oder Fenster, Anstellen der Heizung, Anzünden von Gasflammen und ähnliche.

---

1) An Stelle des Stromes kann auch die Spannung der Batterie gemessen werden; für eine nur relative Eichung kann die Strom- bzw. Spannungsmessung natürlich fortfallen.

2) Daß dies der Fall ist, erkennt man, wenn man vor der Eichung in Abständen von etwa 10 Min. mehrmals den Nullpunkt abliest; man muß stets denselben Wert erhalten.

Sonst sind Fehler in der Eichung aus dem Umstand zu erwarten, daß der Nullpunkt nicht für alle Ausschläge der gleiche ist. Die Wanderung desselben durch die genannten Einflüsse kann leicht mehrere Skalenteile betragen. Daß während der Eichung eine Nullpunktsänderung von erheblichem Betrage nicht eingetreten ist, erkennt man daran, daß sich vor und nach der Eichung derselbe Wert für den Nullpunkt ergibt. Eine geringe Nullpunktsänderung ist übrigens unwesentlich, wenn die Eichung so vorgenommen wird, daß die kleineren Ausschläge, für die der Nullpunkt am genauesten bekannt sein muß, zeitlich möglichst kurz vor oder nach der Bestimmung des Nullpunktes abgelesen werden.

Die verschiedenen Ausschläge werden nacheinander mit dem Kurbelwiderstand w eingestellt; Ausschläge und zugehörige Widerstände werden abgelesen und notiert. Vor der Einstellung des nächstkleineren Wertes wird der Strom im Thermoelement kommutiert und der (durch den Peltiereffekt) veränderte Ausschlag abgelesen. Dann wird w vergrößert, bis der zuletzt beobachtete Ausschlag um einen bestimmten je nach der gewünschten Genauigkeit der Eichung größeren oder kleineren Prozentsatz gefallen ist. Nach Ablesung dieses Wertes wird wiederum kommutiert. Das arithmetische Mittel aus den beiden, demselben w entsprechenden Ausschlägen ist dann hinreichend frei von Peltiereffekt und elastischer Nachwirkung und stellt einen Punkt der aufzunehmenden Eichkurve dar. Der zugehörige Stromwert ergibt sich leicht aus dem Ohmschen Gesetz. In dieser Weise werden unmittelbar nacheinander sämtliche Punkte aufgenommen.

In dem folgenden Beispiel zeigt sich der Einfluß der Eichung auf das Resultat einer Messung. Gemessen wurde der Widerstand eines Hochfrequenzschwingungskreises nach einem von R. Lindemann angegebenen Verfahren[1]). Die Berechnung der Meßwerte hat nach der Formel $w_2 = \frac{R}{\sqrt{\frac{\alpha}{\alpha''}} - 1}$ zu erfolgen. Man erhält die stark voneinander abweichenden Zahlen der Tabelle 1. Daß die Fehler lediglich der mangelhaften Proportionalität zwischen α und J_{eff}^2 zuzuschreiben sind, geht aus Tabelle 2 hervor, in welcher an Stelle der Ausschläge α und α'' die durch die Eichung ermittelten entsprechenden Werte von J_{eff} zur Rechnung verwendet sind. Es ergibt sich eine

1) R. Lindemann, Verh. d. D. Phys. Ges. 11, 28, 1909 und Jahrb. 4, 561, 1911.



für Messungen dieser Art gut zu nennende Übereinstimmung der einzelnen Meßwerte.

Tabelle 1.

R (Ω)	α bzw. α''	$\sqrt{\frac{\alpha}{\alpha''}} - 1$	w_2 (Ω)
0	427		
0,319	158	0,644	0,496
0,646	81,3	1,292	0,500
0,786	63,1	1,601	0,491
0,985	45,7	2,055	0,479
1,329	29,3	2,814	0,473
1,605	21,9	3,416	0,470

Tabelle 2.

R (Ω)	α bzw. α''	J_2 bzw. J_2''	$\frac{J_2}{J_2''} - 1$	w_2 (Ω)	
0	427	156,3			
0,319	158,0	92,9	0,682	0,468	
0,646	81,3	65,7	1,377	0,469	
0,786	63,1	58,3	1,679	0,468	0,467
0,985	45,7	50,2	2,110	0,467	
1,329	29,3	40,6	2,850	0,466	
1,605	21,9	35,2	3,440	0,467	

2. Eichung mit Wechselstrom.

Die Eichung mit Wechselstrom bietet viele Vorteile; vor allem erfordert sie nur die Hälfte der Zeit, da die Ablesung der kommutierten Ausschläge fortfällt. Die Eichung ist gleichzeitig einfacher und genauer.

Zunächst muß eine keinerlei Schwankungen unterworfene, konstante oder mindestens in berechenbarer Weise mit der Stromentnahme fallende Wechselstrom-E.M.K. geschafft werden. Dies gelingt verhältnismäßig einfach in folgender Weise[1]). Das Feld F (Fig. 2) eines auf beliebige Weise angetriebenen Wechselstromgenerators wird durch eine Akkumulatorenbatterie erregt, so daß der Generator eine der Periodenzahl direkt proportionale E.M.K. liefert. Belastet man nun die Maschine rein induktiv, so ist der Strom unabhängig von der Periodenzahl und vollkommen konstant, da Feldschwankungen ausgeschlossen sind und bei Schwankungen der Tourenzahl die E.M.K. genau in derselben Weise variiert wie die ebenfalls der Periodenzahl

1) Den Hinweis auf diese Schaltung verdanke ich Herrn Prof. Dr. K. Vollmer.

direkt proportionale Induktanz des Stromkreises. Dasselbe gilt noch annähernd, wenn zwar Widerstand im Kreise enthalten ist, derselbe aber klein gegen die Induktanz ist. Einer prozentualen Tourenänderung $\frac{\Delta\omega}{\omega}$ entspricht dann eine Stromschwankung

$$\frac{\Delta J}{J} = \frac{\Delta\omega}{\omega} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega L}{w}\right)^2}$$

Wenn also ωL nur dreißigmal so groß ist als w (was sich bequem realisieren läßt), so beträgt die Stromschwankung nur ungefähr den 1000. Teil der an sich sehr klein zu haltenden Periodenschwankung der Maschine. In der Tat ließ sich auf 500 Skt. keine 0,1 Skt. erreichende Schwankung des Galvanometerausschlages wahrnehmen, sobald die Maschine und die sonstigen stromführenden Teile ihre Endtemperatur angenommen hatten.

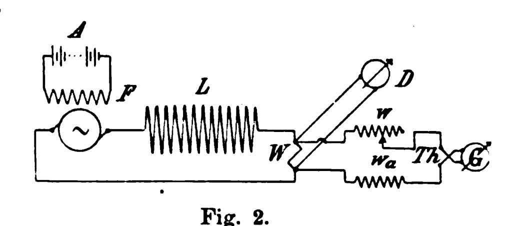


Fig. 2.

Der auf diese Weise erzeugte Wechselstrom von konstanter Intensität verzweigt sich und geht teils durch W (Fig. 2) teils über w_a und w durch das Thermoelement. Die treibende E.M.K. im Thermoelementzweig ist also

$$E_{\text{eff}} = J_{\text{eff}} \cdot \frac{w_T \cdot W}{w_T + W}$$

wenn w_T den gesamten Widerstand des Thermoelementzweiges bedeutet. Während $J_{\text{eff}} = \text{const.}$ ist, muß w_T zum Zweck der Eichung variiert werden. Damit ändert sich zwar auch E_{eff}, aber in exakt berechenbarer Weise. Wenn eine genügend große Wechselstrommaschine zur Verfügung steht, läßt sich W leicht so klein gegenüber w_T wählen, daß die Spannungsänderung zu vernachlässigen ist oder nur eine unbedeutende Korrektion erforderlich macht. Für $W = 0{,}2\ \Omega$ und $w_T = 400\ \Omega$ (bei vollem Skalenausschlag) beträgt sie maximal $5 \cdot 10^{-4}$ oder $^1/_2\ ^0/_{00}$, kann also in den meisten Fällen vernachlässigt werden. Ein parallel zu W geschaltetes Dynamometer D liefert übrigens direkt das Quadrat der notwendigen Spannungskorrektion in dem Verhältnis

seiner Ausschläge bei den verschiedenen Galvanometerausschlägen. Zeigt sein Ausschlag keine merkliche Schwankung, wenn man w zwischen 0 und ∞ plötzlich variiert, so kann die Spannung an W für alle Ausschläge als gleich angenommen und die Korrektion fortgelassen werden.

Die Eichung selbst erfolgt in derselben Weise wie bei Gleichstrom, und zwar je nach Art der beabsichtigten Messung entweder vom größten Ausschlag in bestimmten Intervallen bis zu Null absteigend oder umgekehrt. Es empfiehlt sich aber stets, die Eichung sofort anschließend rückwärts zu wiederholen; sie ist nur dann als richtig anzusehen, wenn die vorwärts und rückwärts gemessenen Werte identisch oder nur sehr wenig voneinander verschieden sind, in welchem Falle das Mittel genommen werden kann. Ein Beispiel dafür, wie gering diese Abweichungen selbst bei einer großen Zahl von Eichpunkten sind, gibt Tabelle 3. Trotz der verhältnismäßig langen Zeit zwischen den Ablesungen, besonders der großen Ausschläge ist die Übereinstimmung noch fast vollkommen, wodurch man sich überzeugt, daß während der Eichung keine wesentlichen Änderungen eingetreten waren.

Tabelle 3.

$w_a + w$ (Ω)	α vorwärts	α rückwärts	$w_a + w$ (Ω)	α vorwärts	α rückwärts	$w_a + w$ (Ω)	α vorwärts	α rückwärts
260	406,0	405,6	400	186,8	186,4	670	83,8	83,6
270	378,4	378,0	410	179,2	178,8	700	78,9	78,7
280	353,8	353,2	430	165,5	165,1	730	74,7	74,3
290	331,8	331,3	450	153,7	153,3	770	69,7	69,5
300	312,1	311,7	470	143,1	142,9	810	65,2	65,2
310	294,3	293,9	490	134,0	133,7	850	61,7	61,6
320	278,0	277,5	510	125,8	125,4	900	57,7	57,7
330	263,0	262,6	535	116,7	116,3	950	54,3	54,2
340	249,0	248,7	560	108,8	108,5	1000	51,6	51,4
355	230,2	229,8	585	101,9	101,7	1050	49,0	49,0
370	213,8	213,3	610	95,8	95,6	1100	47,0	46,9
385	199,5	199,1	640	89,3	89,1	∞	25,0	

Zusammenfassung.

Für genaue Messungen ist die theoretisch vorausgesetzte quadratische Proportionalität zwischen den Strömen in einem Thermoelement und den von ihm erzeugten Galvanometerausschlägen nicht stets genügend gewahrt. Es werden Verfahren zur Eichung der Meßanordnung mit Gleichstrom oder Wechselstrom beschrieben, welche eine Genauigkeit bis zu etwa 1 $^0/_{00}$ zu erreichen gestatten.

(Eingesandt 11. Oktober 1912.)

Studien über Resonanzinduktor mit 1000-periodigem Wechselstrom.

Von **Shunkichi Kimura.**

§ 1. Der Resonanzinduktor ist in seiner Theorie und Wirkungsweise schon von manchem studiert und alle seine Haupteigenschaften sind jedermann bekannt. Es werden jedoch die praktischen Studien an demselben Induktor mit Wechselstrom von einer Frequenz, welche die üblichen technischen Werte bei weitem übersteigt, in der drahtlosen Telegraphie aber praktisch angewandt wird, noch allgemein interessieren. Die bis jetzt schon, besonders von Dr. Seibt und Dr. Glage erzielten Resultate seien hier nochmals wie folgt wiedergegeben:

1. Die Einstellung der Koppelung durch Drosselspule oder Widerstand verschärft die Resonanz und erzeugt ein größeres Resonanzpotential.
2. Der beste Wert der Koppelung wird dargestellt durch den nachfolgenden Ausdruck, der immer kleiner ist als 0,5.

$$K_s^2 = \frac{1}{2 + \frac{L_2}{L_1}\frac{R_1}{R_2}}$$

3. Der Primärstrom ist ein Minimum bei Isochronismus

$$\sim^{-1} = 2\pi\sqrt{C L_2}$$

und ist ein Maximum bei der theoretischen Resonanz

$$\sim^{-1} = 2\pi\sqrt{(1 - K_s^2)\, C L_2}$$

In diesen beiden Fällen ist der Primärstrom ein reiner Wattstrom.

4. Die Stellung des maximalen sekundären Potentials fällt infolge des primären Widerstandes und der Hysteresis, zwischen Isochronismus und theoretischer Resonanz.
5. Bei dem größten sekundären Potential erreicht die Klemmenspannung des primären Stromkreises einen viel höheren Wert als bei Leerlauf. Boi Isochronismus und theoretischer Resonanz ist die Klemmenspannung normal.

Seibt studierte das Resonanzsystem des Induktors ohne Funkenentladung, wobei die sekundäre Spule des Induktors einen bestimmten Wert hatte. Die Resonanz wurde erzeugt durch Veränderung der Kapazität in dem sekundären System oder der Frequenz des Primärstromes. Er unterscheidet zwei Arten von Resonanz, nämlich „Potentialresonanz“ und „Strom- oder magnetische Resonanz“.

Glage hat ebenfalls die konstante Sekundärspule, wobei die Resonanz erzeugt wird durch eine Kapazität mit konstanter primärer Frequenz, und die Spannung am Kondensator gemessen wird durch eine parallel dazu geschaltete Funkenstrecke. Bethenod benutzt eine konstante Sekundärspule und eine ebensolche Kapazität. Die Regulierung geschieht durch eine Reaktanzspule im sekundären System bei einer bestimmten Periodenzahl des Primärstromes.

Blondels System ist dasselbe wie das von Bethenod und in beiden sind ebenfalls Studien über Funkenentladungen gemacht.

Ich bedauere, daß mir andere wichtige Schriften von Glage, Tissot, Gaiffe und Günther nicht zugänglich waren[1]), glaube aber, daß diese Studien über „Primärstrom mit 1000 Perioden“ nicht schon überflüssig sind.

In denselben ist in Übereinstimmung mit den tatsächlichen Anforderungen einer drahtlosen Station die primäre Periode konstant, die Kapazität des Kondensators ein Parameter und die Vorrichtung für die Veränderung liegt in den Windungen der sekundären Spule. Der Induktor ist ein geöffneter mit Luftisolation und die sekundären Windungen werden durch Unterteilungen verändert, von denen jede 100 Windungen hat. Dies ist bequemer als die Anwendung eines Öltransformators mit konstanter Wickelung und einer regulierbaren Reaktanzspule im sekundären System, zumal die Kapazität in dem letzteren bei konstanter primärer Wechselzahl, oder die primäre Wechselzahl bei einer konstanten Kapazität, nicht noch mehr vergrößert werden können, als wenn die Reaktanzspule ihren Nullwert hat (Fig. 1).

Als Meßinstrumente wurden Wattmeter, Volt- und Amperemeter sowie Frequenzmesser von Hartmann & Braun für 1000 Perioden hergestellt. Die Hitzdraht-Amperemeter zur Messung von Hochfrequenz-Oszillationen sind ohne jeden Nebenschluß. Auch diese stellte obige Firma her.

---

1) Literaturangaben über Resonanzinduktor im Anhang am Ende dieser Schrift.

§ 2. Wir haben gleich zu Anfang einen Unterschied zu machen zwischen den Resultaten, die bei Versuchen mit Funkenentladung, und denen, die ohne Funkenentladung erzielt werden. Die experimentellen Resultate, die in regelmäßigen Kurven in Dr. Glages Schrift (Jahrb. 1, 202) oder in Prof. Zennecks Leitfaden niedergelegt, können nur ohne Funkenentladung erreicht werden, und solche Resultate wollen wir hier zum Unterschied kontinuierliche Resultate oder Kurven nennen (Fig. 2).

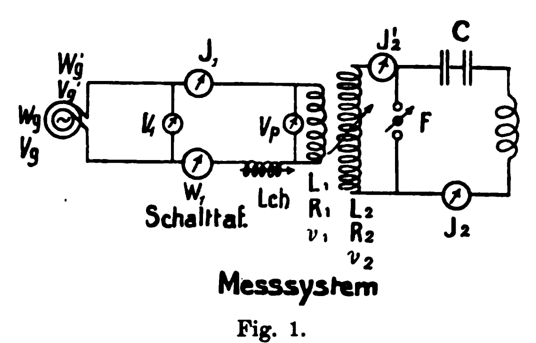


Fig. 1.

Wenn man die in Fig. 2 niedergelegten Resultate mit den kontinuierlichen Kurven vergleicht, sieht man den Unterschied in folgenden Punkten:

1. Hält man die Funkenstrecke auf ein möglichst großes Maximum, und geht dann, bei der Dissonanz beginnend, zur Resonanz und wieder weiter zur Dissonanz, so werden nur Funken im Bereiche der Resonanz erzeugt.

2. Bei Funkenbildung sind alle Kurven vor und hinter dem Bereiche der Resonanz kontinuierlich. In dem Funkenbereich sind alle Kurven unterbrochen.

3. Im Bereich der Funkenentladungen ist der Primärstrom geringer, die primäre Spannung viel niedriger, primäre Kräfte viel größer, der Leistungsfaktor ebenfalls viel größer und die Kondensatorströme ganz bedeutend größer als in den kontinuierlichen Kurven. Dieselben ändern sich je nach der Funkenbelastung, wie wir nachher noch sehen werden.

Doch gehen wir einen Schritt weiter zum Fall der Resonanz; wenn wir hier die Veränderungen der Größen untersuchen, die sich unter Konstanthaltung der Kapazität aus der Vergrößerung der Funkenbelastung ergeben, so stoßen wir auf neue, für die Praxis wichtige Fragen.

1. Der Hochfrequenz-Kondensatorstrom erreicht bei einer gewissen Funkenbelastung fast ein konstantes Maximum, und fällt, sobald man darüber hinausgeht. Dies ist die sogenannte kritische Funkenbelastung. Die Konstanz dieses Kondensatorstromes kann die Folge der

beiden entgegengesetzten Wirkungen von zunehmender Funkenspannung und abnehmender Funkenfrequenz sein. Im allgemeinen aber hängt die kritische Funkenbelastung sehr viel von der Funkenstrecke und der Art und Weise ihrer Behandlung ab, sowie auch von der Leistungskapazität der elektrischen Kraftquelle.

2. Primärspannung und Stromstärke und ebenfalls Primärkraft nehmen mit der Funkenbelastung stetig zu.

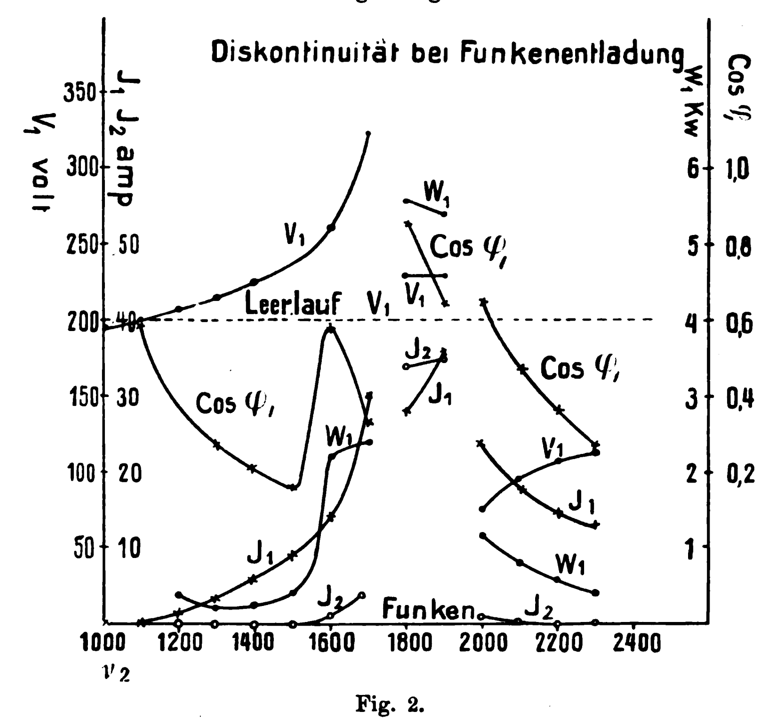


Fig. 2.

3. Der Leistungsfaktor erreicht seinen Maximalwert bei einer Funkenbelastung von 2 m/m $\times$ 4. Dieser Leistungsfaktor wurde nach den Ablesungen am Leistungs-, Spannungs- und Stromzeiger der Schalttafel ausgerechnet. Diese Ablesungen können, abgesehen von der des Stromes, insgesamt falsch sein, und ich habe in der Tat im Verlauf der obigen Messungen die unmöglichen Werte erhalten, wo der Leistungsfaktor größer war als 1, dadurch, daß ich einfach die Drosselspule im primären Stromkreis regulierte und Funkenbildung verhinderte. Diese Tatsache bedarf noch eines besonderen Studiums (§ 4).

§ 3. Primärspannung. Wenn man durch Verändern der sekundären Spule von der Dissonanz übergeht zur Resonanz und wieder weiter zur Dissonanz, so steigt die primäre Spannung, wie das Schalttafel-Voltmeter zeigt, von dem Wert unter der normalen Spannung bei Leerlauf bis zum Maximalwert bei Resonanz und fällt dann wieder. Die Erhöhung der Primärspannung hängt einerseits von Dissonanz und Resonanz ab, und ist bei Resonanz immer ein Maximum, andererseits hängt die Erhöhung derselben Spannung über den normalen Wert bei

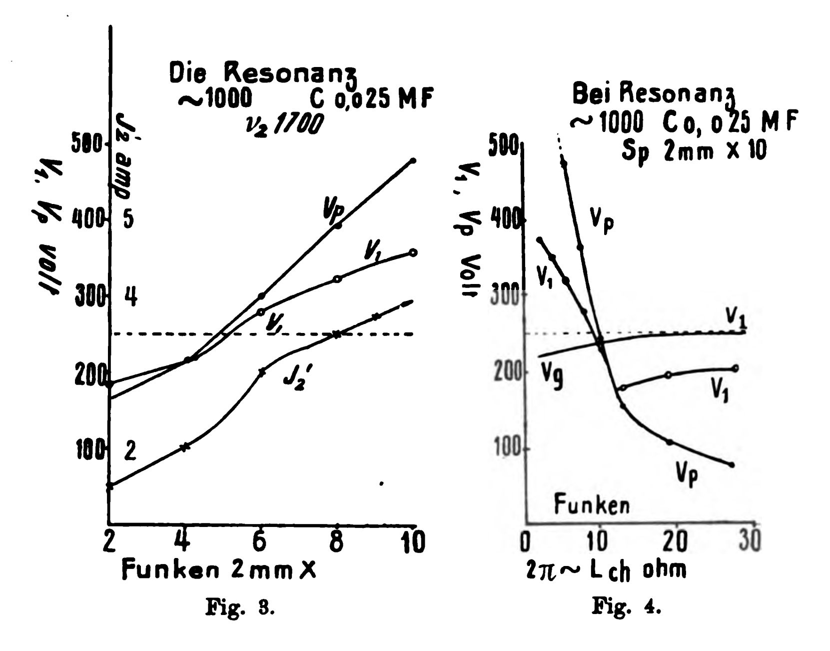


Fig. 3. Fig. 4.

Leerlauf von der Kapazität und dem Funkenpotential im sekundären Stromkreis ab, da diese beiden zusammen die Belastung im sekundären System bilden und die Energie pro Funken im Kondensatorstromkreis bestimmen. Wenn die Kapazität groß ist, erreicht diese Primärspannung an der Schalttafel sehr bald den normalen Wert bei einer verhältnismäßig kurzen Funkenlänge. Dagegen ist sie immer unter dem normalen Wert, selbst wenn die Funkenlänge 20 m/m und noch größer ist, sobald die Kapazität klein ist (siehe die Kurven von Fig. 3—6).

(Nach den Resultaten, die auf theoretischem Wege erreicht, und durch Versuche bestätigt worden sind, steigt der Strom, der durch die Sekundärspule fließt, stetig an in der Amplitude, bis ein Funke über-



springt. In diesem Moment wird der sekundäre Strom gleich Null. Infolgedessen ist die Rückwirkung der Funken auf die Primärspannung dieselbe wie die eines durch einen Unterbrecher betätigten Funkeninduktors, hier allerdings im umgekehrten Sinne).

Da ich bemerkt habe, daß die Ursache für das Ansteigen der Primärspannung in dem Induktor zu suchen ist, und daß die Veränderung derselben im ganzen primären Stromkreis bei dem Überspringen des Funken sehr plötzlich vor sich geht, habe ich die Spannungen an der Schalttafel und an den Klemmen des Generators, an

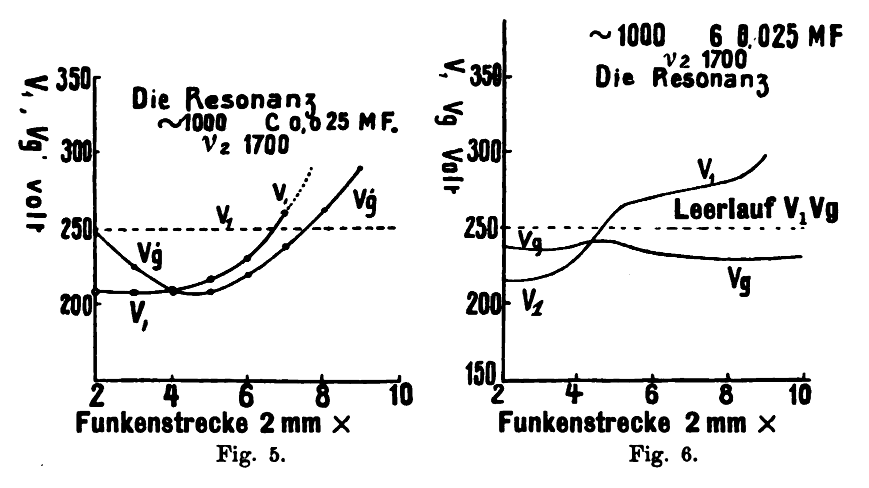


Fig. 5. Fig. 6.

welche das Voltmeter mit möglichst kurzen Zuleitungen angeschlossen war, miteinander verglichen. Die auf dem Kurvenblatt (Fig. 5) aufgezeichneten Resultate gelten für verschiedene Funkenbelastungen bei Resonanz. In denselben ist V_g' die Spannung direkt an den Klemmen des Generators und V_1 die an der Schalttafel. Man ersieht daran, daß V_g' bei niedriger Funkenbelastung der normalen Spannung, welche größer ist als V_1 näher kommt, und daß bei hoher Funkenbelastung das Umgekehrte der Fall ist. Bei Leerlauf sind beide gleich.

Da in dem ganzen primären Stromkreis eine solch fiktive Spannung besteht, habe ich die folgenden Spannungen bei Resonanz und Dissonanz gemessen, bei Resonanz mit verschiedenen Funken- und Kapazitätsbelastungen und mit verschiedener Drosselspulinduktanz. Die Fig. 3—6 geben die Resultate, bei denen bedeutet:

V_p die Spannung über den Klemmen der Primärspule,

V_1 die Spannung an der Schalttafel,

V_g' die Spannung an den Klemmen des Generators,

V_g die Höhe der Spannung berechnet aus den Umdrehungszahlen und Erregerstrom bei Leerlauf sowie bei Funkenentladung.

In allen diesen Fällen bemerkt man, daß, bei einer Funkenbelastung von nahezu 2 m/m × 4 [1]) oder bei einer Drosselspulinduktanz mit 10 Ohm, V_1, V_g; V_1, V_g'; V_1, V_p einerseits und V_1 und V_g alle den gleichen Wert haben. Und diese Funkenbelastung und Induktanz sind das, was vor und während der Funkenentladung durch die Sekundärspule und den Kondensator einen Strom $J_2' = 2$ Amp. erzeugt. Infolgedessen haben wir für diesen speziellen Induktor näherungsweise folgende Unterschiede [2]):

$$\begin{array}{lll} \text{bei } J_2' < 2 \text{ Amp. ist} & V_p < V_1 < V_g' < V_g \\ J_2' = 2 \text{ Amp. ca.} & V_p = V_1 = V_g' = V_g \\ J_2' > 2 \text{ Amp.} & V_p > V_1 > V_g' > V_g \end{array}$$

Wodurch also der Strom J_2' auch immer erzeugt wird, solange seine Stärke nur geringer ist als ein kritischer Wert, ist die vom Generator gelieferte Spannung vorherrschend im ganzen primären Stromkreis. Ist der Strom jedoch größer als dieser Wert, so ist die in dem Induktor rückwirkend erzeugte Spannung vorherrschend, und wenn er den kritischen Wert erreicht hat, dann sind die Spannungen im ganzen primären Stromkreis konstant.

Bei einem richtigen Vorgehen, bei welchem dieselbe primäre Spannung sowohl am Voltmeter als am Wattmeter liegt, kann man den Leistungsfaktor entweder aus den Ablesungen an der Schalttafel oder aus denen an den Klemmen des Generators ausrechnen. Aber das Wattmeter zeigt nicht die Leistung des Generators an, denn die Spannung ist verschieden. Die wirkliche Leistung kann berechnet werden aus obigem Leistungsfaktor, den Ablesungen am Schalttafel-

1) Das bedeutet hier und für die Folge eine Serien-Funkenstrecke mit flachen Flächen in Abständen von 2 m/m.

2) In einem Primärstrom mit niedriger Wechselzahl (120 Perioden) muß die sekundäre Spule viel mehr Selbstinduktion haben, da sie im Vergleich zur primären Spule eine größere Anzahl von Windungen hat, die ihren Widerstand erheblich erhöhen. In solchem Falle wird J_2' nicht leicht den kritischen Wert erreichen, die Spannung im ganzen primären Stromkreis ist am höchsten am Generator und die Schalttafelspannung wird bei Belastung niedriger sein als bei Leerlauf. Selbst für einen Primärstrom mit 500 Perioden wird dasselbe der Fall sein, wenn nicht die Funkenspannung sehr hoch ist, oder der Kondensator eine große Kapazität hat. Dieser Punkt hat jedoch für die Praxis verhältnismäßig geringe Bedeutung.

Amperemeter und der Generatorspannung, die sich berechnet aus der Umdrehungszahl und dem Erregerstrom sowohl bei Leerlauf als auch bei Funkenentladung. Die in der Kurve (Fig. 7) eingezeichneten Resultate sind für einen Leistungsfaktor, der unter den nachstehenden Verhältnissen an der Schalttafel gemessen wurde:

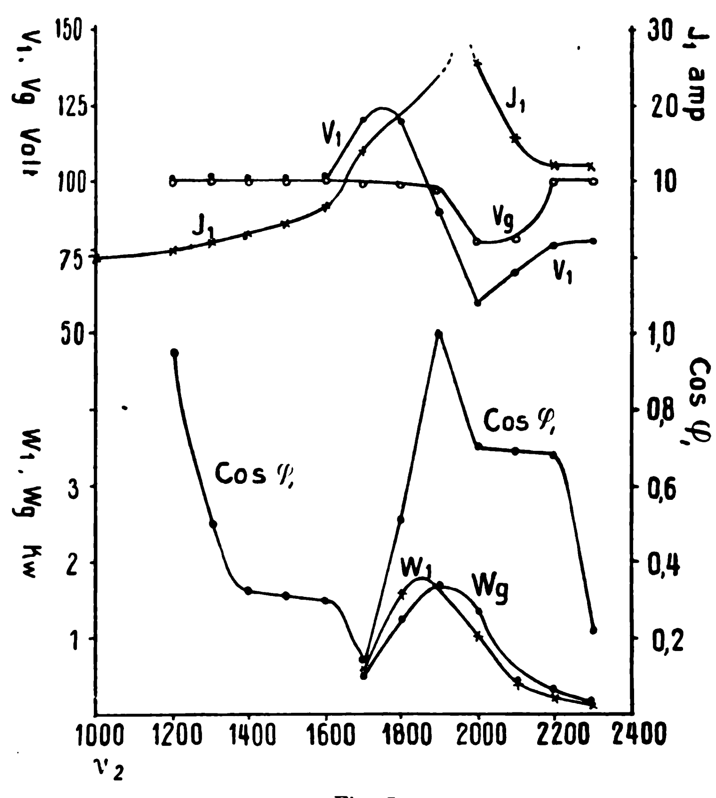


Fig. 7.

1000 Perioden; $C = 0{,}025$ MF.,
Funkenstrecke bei 2 m/m $\times$ 4 konstant gehalten,
Induktanz der Drosselspule 1,1 Ohm konst.,
V_1 100 Volt bei Leerlauf.

Hier bedeuten V_1 und W_1 Spannung und Leistung an der Schalttafel, V_g Generatorspannung aus Umdrehungszahl und Erregerstrom, und W_g ist die Generatorleistung, berechnet aus V_1, J_1 und $\cos \varphi_1$,

wobei $\cos \varphi_1$ aus V_1, J_1 und W_1 berechnet ist. In Fig. 7 sind Kurven von $\cos \varphi_1$ und J_1 gegeben, die zu einer anderen Zeit unter denselben Bedingungen gefunden wurden, wobei Funken von 2 m/m x 4 erst bei $\nu_2 = 1900$ übersprangen. Hier ist $\nu_2 = 1100$ bei sogenannter Strom- oder magnetischer Resonanz[1]).

Bei $\nu_2 = 1900$ bezeichnet das Überspringen von Funken „Spannungsresonanz" an dieser Stelle. Zu derselben Zeit ist der Primärstrom ein reiner Wattstrom, der keinen Einfluß auf die Magnetisierung des Eisenkernes hat, sondern nur den Vorgang im sekundären Stromkreis unterstützt. Dadurch, daß hier die Funkenbildung verhindert wurde, stieg V_1, das bei Funkenentladung 100 war, auf 114, J_1 von 24 auf 38, W_1 von 2,4 auf 3,2 und $\cos \varphi_1$ verminderte sich von 1 auf 0,74 und zeigte jetzt die magnetisierende Wirkung des Primärstromes auf den Eisenkern. Wenn der Strom im sekundären Kreise stärker wird, so übt er eine Rückwirkung auf die Primärspule aus und vermindert augenscheinlich ihre Selbstinduktion. Diese verminderte Selbstinduktion sei dargestellt durch ηL_1, wobei η kleiner als 1 ist, dann haben wir im Primärstrom mit der Drosselinduktanz $2\pi \sim L_{ch}$ die Gleichung:

$$J_1 = \frac{V_1}{2\pi \sim (\eta L_1 + L_{ch})}$$

oder

$$\eta = \frac{1}{2\pi \sim L_1} \left(\frac{V_1}{J_1} - 2\pi \sim L_{ch} \right)$$

Hier ist V_1 die Schalttafelspannung bei $\sim = 1000$ und der Wert $2\pi \sim L_1$ ungefähr 60 Ohm. Der Faktor η steht in enger Beziehung zu der Magnetisierungs- oder Reaktivleistung des Primärstromes, obgleich ich die Gleichung

$$\eta = \sin \varphi_1$$

nicht genau erreichen konnte.

Bei dem folgenden Versuche waren:

$\sim = 1000$, $C = 0{,}071$ MF., $V_1 = 250$ Volt bei Leerlauf, V_1 und W_1 an der Schalttafel abgelesen, sekundär zwei Spulen in Parallelschaltung, Funkenstrecke 2 m/m $\times$ 2.

---

1) Die Strom- oder magnetische Resonanz wird charakterisiert durch das Minimum des Primärstromes, hier Null, und den reinen Wattstrom im Primärkreis. ν ist die Windungszahl der Primär- oder Sekundärspule.

ν_2	$2\pi \sim L_{ch}$ Ohm	V_1 Volt	J_1 Amp.	W_1 Kw.	$\cos\varphi_1$	η	$J_1 \cos\varphi_1$ Amp.	J_2 Amp.	$J_1\,\eta$
1100	12	265	20	4,4	0,83	0,02	16,6	41	0,4
1200	7	360	20	3,4	0,47	0,18	9,4	52	3,6
1300	7	315	20	3,6	0,49	$0{,}14_5$	9,4	53	2,9
1400	7	210	22	3,6	0,79	$0{,}04_2$	17,4	53	0,9
1500	7	185	22	3,2	0,80	$0{,}02_4$	17,6	52	0,5
1600	2,6	185	21	2,8	0,72	$0{,}10_3$	15,1	50	2,2
1700	1,5	185	21	2,6	0,66	0,12	13,9	46	2,5

Nach der Berechnung haben wir hier Resonanz bei $\nu_2 = 1450$, was ungefähr mit dem Maximum von J_1 und J_2, aber nicht mit dem Maximalwert von V_1 übereinstimmt. Da es die Aufgabe des Resonanzinduktors ist, durch die Funkenstrecke im Kondensatorstromkreis J_2 zu erzeugen, so ist dies hier zur Kontrolle gemessen.

Weil die Funkenstrecke und alle anderen Größen hier konstant gehalten werden, kann das logarithmische Dekrement des Kondensator-Funkenstreckenstromkreises für die Hochfrequenzoszillationen als konstant betrachtet werden. Infolgedessen können wir annehmen, daß wenigstens in der Nähe der Resonanz die Windungszahl ν_2, die Leistung der Hochfrequenzoszillation proportional ist $J_2{}^2$. Was die Primärleistung anbelangt, so ist V_1 selbst nicht die erzielte Generatorspannung; die letztere ist hier beinahe konstant bei einem Wert, der wenig unter dem bei Leerlauf liegt. Deshalb ist die Watt- oder Effektivleistung proportional $J_1 \cos\varphi$, während die magnetisierende oder Reaktivleistung ungefähr $J_1\,\eta$ proportional ist.

Wie aus den Kurven auf Fig. 8 ersichtlich ist, laufen $\cos\varphi_1$ und η in entgegengesetztem Sinne zueinander, ebenso wie $J_1 \cos\varphi_1$ und $J_1\,\eta$, da J_1 hier beinahe durchgehend unveränderlich ist. An dem errechneten Punkt der Resonanz $\nu_2 = 1450$ ist $\cos\varphi_1$ ein Maximum und η ein Minimum, und an dieser Stelle wird Primärleistung nicht ungefähr zur Magnetisierung verbraucht. Aber an der Stelle $\nu_2 = 1250$ sind $\cos\varphi_1$ und η entgegengesetzt, und die Primärleistung wird hauptsächlich zur Magnetisierung verbraucht, während J_2 beinahe genau so groß ist als bei der errechneten Resonanz. Während es die Aufgabe der Primärleistung ist, durch die Wirkung des Induktors J_2 zu erzeugen, und, wenn die Maximalwerte von J_2 indifferent sind, ganz gleich ob die Primärleistung im Watt- oder Magnetisierungszustand ist, so besteht, wenn man die enorme Reaktionsspannung, die je nach der Stärke des Sekundärstromes J_2' auf das Primärsystem einwirkt,

berücksichtigt, die Vermutung, daß das primäre und sekundäre System zusammen ein System bilden, in welchem zwischen diesen gekoppelten

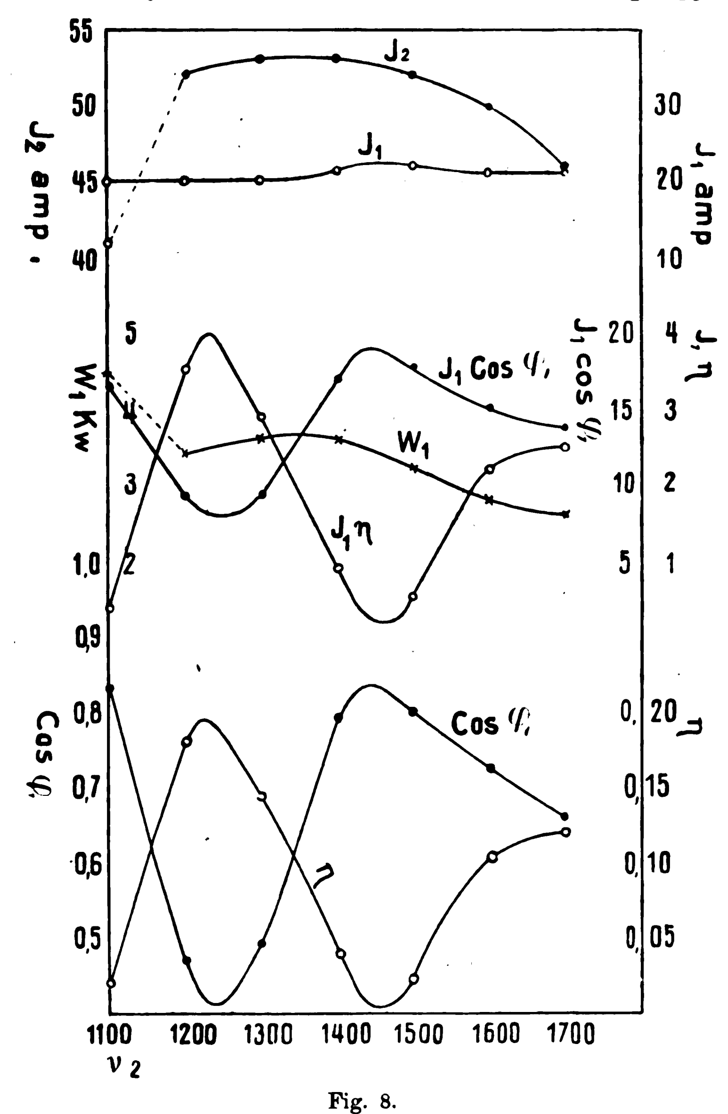


Fig. 8.

Systemen und schon bei einem Strom von dieser niedrigen Frequenz (∼ 1000) Energieschwingungen bestehen, wie bei den durch gewöhn-

liche Funken erregten Hochfrequenzoszillationen zwischen Kondensator- und Antennenstromkreis.

§ 4. **Elektrische und magnetische Konstanten des Induktors.** Um die Selbstinduktion der sekundären Spule zu messen, wurde nach der in Fig. 9 abgebildeten Anordnung, die Resonanzmethode bei Wechselstrom von $\sim = 1000$ angewandt.

Der Wechselstrom wurde in einen entfernten Raum, der frei von dem Maschinengeräusch war, um einen kleinen Elektromagnet geleitet.

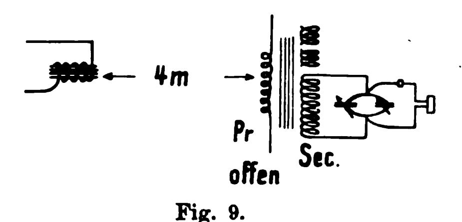


Fig. 9.

Ungefähr 4 m davon entfernt stand der Induktor mit offener Primärspule, während die Sekundärspule einmal parallel lag zu den variablen Kondensatoren, und einmal zum Detektor und Telephonreceiver. Mißt man bei dieser Entfernung, die noch vergrößert werden könnte, und bei der die Rückwirkung des Resonanzsystemes gleich Null ist, die Resonanzkapazität, so kann man die Selbstinduktion der sekundären Spule berechnen aus

$$L_2 \,(\text{Henry}) = \frac{10^6}{4\pi^2} \, \frac{1}{\sim^2} \, \frac{1}{C_0 \,(\text{MF.})}$$

Wenn der erregende Elektromagnet in der obigen Anordnung senkrecht zu der Achse der sekundären Spule liegt, so ist die Wirkung am kleinsten, und vergrößert sich in dem Maße als man beide in eine parallele Lage bringt. Wenn die beiden richtig zueinander liegen und ein geeigneter Kontaktpunkt in einem Mineraldetektor gewählt wird, ist die Resonanzwirkung sehr scharf bestimmt.

Die Resultate der Messung sind nachstehend angegeben und in einer Kurve auf Fig. 10 eingezeichnet. Dieselbe Methode wurde zur Bestimmung der gegenseitigen Induktion mit der Primärspule angewandt, dadurch daß die primäre und sekundäre Spule umgekehrt in Serie geschaltet wurden. Diese Methode kann jedoch zur Bestimmung von M nicht empfohlen werden. Die Selbstinduktion der Primärspule war hier 0,0098 Henry und der Widerstand 0,08 Ohm.

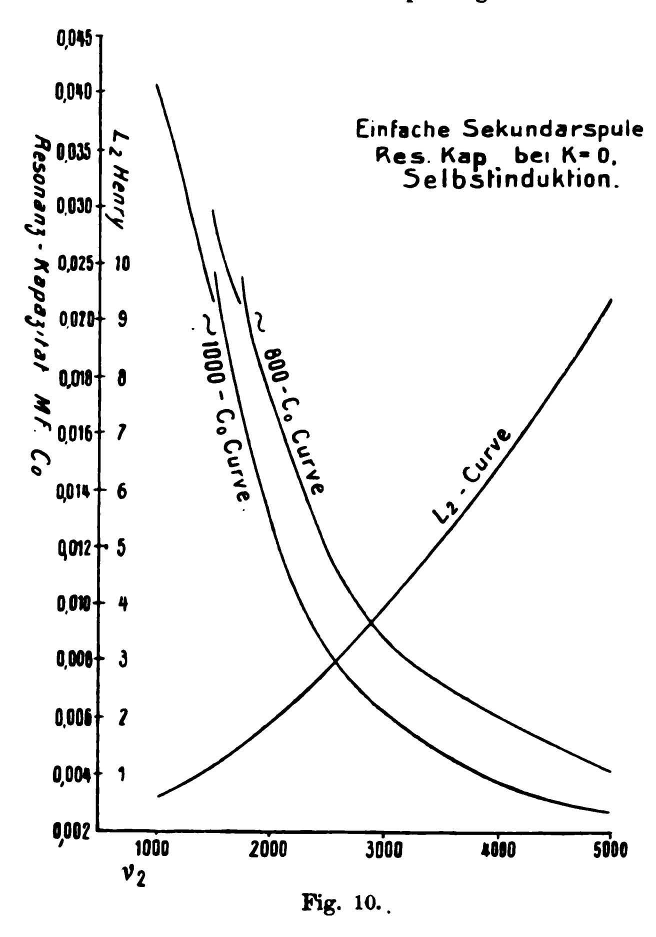


Fig. 10.

Einfache Sekundärspule mit Eisenkern ν_2	Resonanzkapazität bei ~ 1000 C_0 MF.	L_2 Henry	M Henry	$K^2 = \frac{M^2}{L_1 L_2}$	Seibt K_0^2
1000	0,0413	0,6	0,048	0,39	0,44
1500	0,0218	1,2			0,43
1800	0,0158	1,6			
2000	0,0130	1,9	0,085	0,51	0,42
2500	0,0083	3,0			0,40
3000	0,0063	4,0	0,145	0,54	0,39
3500	0,0049	5,2			0,38
4000	0,0037	6,8	0,187	0,53	0,37
4500	0,0032	7,9			0,36
5000	0,0027	9,4	0,160	0,28	0,36

Hierbei ist die in der letzten Reihe angegebene Koppelung K_s^2, welche die größte Resonanzspannung erzeugt, berechnet nach Seibts Formel:

$$K_s^2 = \frac{1}{2 + \frac{L_2}{L_1}\frac{R_1}{R_2}}$$

und man sieht, daß in diesem offenen Induktor die Werte von K^2 beinahe gleich K_s^2 sind, obgleich die Messung von M nicht genau genug sein konnte.

Dieselbe Meßmethode wurde bei parallelen Sekundärspulen angewandt. Nachstehend die Resultate, die auch in den Kurven auf Fig. 11 aufgezeichnet sind.

Windungen, jede Sekundärspule mit Eisenkern ν_2	Zwei parallele Sekundärspulen		Drei parallele Sekundärspulen		Vier parallele Sekundärspulen	
	Resonanzkapazität bei ~1000 C_0 MF.	L_2 Henry	Resonanzkapazität bei ~1000 C_0 MF.	L_2 Henry	Resonanzkapazität bei ~1000 C_0 MF.	L_2 Henry
1000	0,078	0,32	0,100	0,25	0,117	0,22
1500	$0,035_3$	0,72	0,044	0,58	0,052	0,49
2000	$0,022_2$	1,15	0,031	0,81	0,038	0,67
2500	$0,015_3$	1,69	0,023	1,10	0,031	0,82
3000	$0,011_4$	2,30	0,018	1,41		
3500	0,009	2,81				
4000	$0,008_3$	3,16				
4500	0,007	3,62				
5000	$0,006_3$	4,22				

Aus diesen Resultaten ersieht man, daß die Beziehung von L_2 zu ν_2 im Falle von drei parallelen Sekundärspulen fast eine gerade Linie ist, die Krümmungen der Kurven für geringere und größere Anzahl von parallelen Sekundärspulen entgegengesetzt sind, woraus sich ergibt, daß bei mehr als vier parallelen Sekundärspulen die Anzahl der Windungen in jeder vergrößert werden kann, ohne die Gesamtselbstinduktion wesentlich zu beeinflussen.

Schneidet man diese Kurven geradlinig parallel zur Abszisse, so erhält man die Anzahl der Windungen, welche bei der Frequenz 1000 in Resonanz stehen mit derselben Kapazität, d. h. die Systeme mit derselben Menge von Selbstinduktion. Wir haben daher:

Resonanzkapazität bei ~1000 MF.	L_2 Henry	Einfache Sekundärspulen	Zwei parallele Sekundärspulen		Drei parallele Sekundärspulen		Vier parallele Sekundärspulen	
		ν_{20}	ν_2	ν_2/ν_{20}	ν_2	ν_2/ν_{20}	ν_2	ν_2/ν_{20}
0,025	0,3	1350	1850	1,4	2400	1,8	3000	2,2
0,04	0,6	1200	1650	1,4	2050	1,6	2550	2,1
0,06	1,0	1000	1375	1,4	1620	1,6	1900	1,9
			$\sqrt{2} = 1,4$		$\sqrt{3} = 1,7$		$\sqrt{4} = 2,0$	

Man ersieht daraus, daß bei den m-parallelen Sekundärspulen jede der Windungen fast annähernd gleich ist $\sqrt{m}$ mal den Windungen der einfachen Sekundärspule, und sie gelangen mit derselben Anzahl von Perioden und mit derselben Kapazität zur Resonanz (Fig. 11).

Dieselbe Methode wie vorher wurde zur Bestimmung der Selbstinduktion L_{20} der Sekundärspule ohne Eisenkern angewandt, um die magnetische Konstante auszurechnen. Die nachstehenden Resultate sind für eine und zwei parallele Sekundärspulen.

Sekundärspulen ohne Eisenkern ν_2	Einfache Sekundärspulen			Zwei parallele Sekundärspulen		
	L_{20} Henry	Magnetischer Widerstand L_{20}/L_2	Vergrößerung der Induktion L_2/L_{20}	L_{20} Henry	Magnetischer Widerstand L_{20}/L_2	Vergrößerung der Induktion L_2/L_{20}
1000	0,24	0,40	2,50	0,14	0,43	2,28
2000	0,73	0,38	2,60	0,38	0,33	3,03
3000	1,09	0,36	2,75	0,66	0,29	3,48
4000	1,86	0,27	3,66	0,98	0,31	3,12
5000	2,15	0,23	4,37	1,23	0,29	3,43

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die Induktion in diesem offenen Induktor ungefähr zwanzigmal geringer ist als in den technischen Transformatoren mit niedriger Frequenz, d. h. daß für dieselbe Resonanzkapazität die sekundären Windungen in dem offenen Induktor viel größer sind.

Zum Vergleich habe ich dieselben Messungen mit einem geschlossenen Transformator gemacht, in welchem dieselben sekundären Spulen in drei Gruppen um die Schenkel des Kernes gewickelt wurden, und diese Gruppen dicht an die Schenkel gepreßt waren. Bei dieser Messung wurde gefunden, daß dieselbe Anzahl von Sekundärwindungen ganz verschiedene Selbstinduktion hat, je nach ihrer Lage auf dem Kern. In der nachstehenden Tabelle ist eine Gruppe auf einem Schenkel parallel verbunden mit einer anderen Gruppe derselben Windungen in derselben Lage auf dem anderen Schenkel, worauf die Resonanzkapazität für 1000 ~ gemessen wurde.

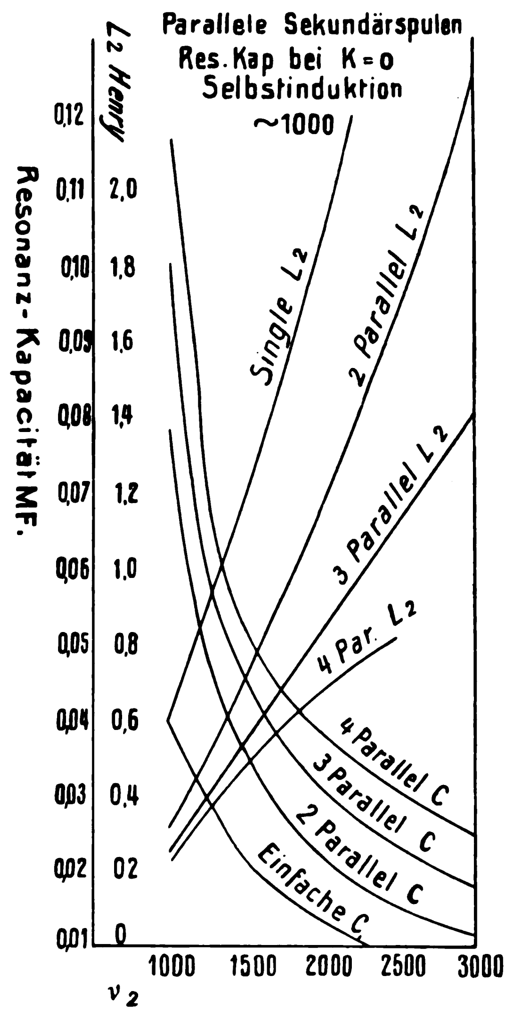


Fig. 11.

Lage der Sekundärspulen	Eine Gruppe rechts ν_1	Eine Gruppe links ν_2	Resonanz-kapazität MF. C_0	L_2 Henry
Unterste	1600	1600	0,00944	2,68
Mitte	1600	1600	0,00530	4,77
Oberste	1800	1800	0,00219	11,55
Mitte-Unterste	3200	3200	0,00750	3,37
Ganzen.	5000	5000	0,00265	9,55

Ich ergreife die Gelegenheit, um hier Hans Boas' Resonanzinduktor zu erwähnen. In demselben sind zwei Sekundär- und zwei Primärspulen mit einem Schraubenmechanismus, um die Primärspule über der sekundären zur Veränderung der Koppelung hin und her zu bewegen. Unsere Messungen ergaben die folgenden Resultate:

Zwei Primärspulen in Serie.

$R_1 = 0{,}0126$ Ohm		$L_1 = 0{,}000421$ Henry		
Sekundärspulen mit Eisenkern	Resonanzkapazität $\sim$ 1000 MF. C_0	L_2 Henry	R_2 Ohm	Seibt K_s^2
I	0,03190	0,79	11,2	0,24
II	0,03185	0,79	10,9	0,24
I, II Serie	0,01160	2,18	22,1	0,20
I, II parallel	0,03910	0,65	5,5	0,18

Von diesen drei hier gemessenen Induktoren wird der erste offene charakterisiert durch $K^2 \doteq K_s^2$ und dem geringeren Grad induktiver Wirkung. Bei dem zweiten, geschlossenen Induktor ist $K^2 \gg K_s^2$ und der Grad magnetischer Induktion größer. Der dritte, Hans Boas Induktor hat geringeren Koppelungswert, und, da er offen ist, den geringen Wert magnetischer Induktion. In den ersten beiden kommt die Bedingung für Resonanz der theoretischen Resonanz, beim letzteren dem Isochronismus näher.

In dem Vorhergehenden habe ich die Werte von K_s^2 für alle Induktoren nach Seibts Formel, welche die höchste Resonanzspannung oder die Maximalfunkenlänge ergibt, berechnet. Dieser errechnete Wert von K_s^2 hat für die Praxis große Bedeutung bei dem Induktor, bei dem K^2 beinahe gleich K_s^2 ist, und ich habe sie mit Erfolg benutzt, wenn man zu einer gegebenen Kapazität und gegebenen Frequenz, die zur Resonanz nötige ungefähre Anzahl der Sekundärwindungen finden will, oder wenn für eine bestimmte Sekundärspule und gegebener Periodenzahl, die zur Resonanz nötige ungefähre Kapazität bestimmt werden muß.

Ist also C gegeben, so findet man L_2 aus

$$\sim = \frac{10^3}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1 - K_s^2) \cdot C\,(\text{MF.})\, L_2\,(\text{Henry})}}$$

Ist L_2 ausgerechnet, so findet man den Wert von v_2 aus den Kurven

in Fig. 10. Nehmen wir z. B. an, C sei gleich 0,071 MF., und der Wert der Koppelung nach Seibt $K_s^2 = 0,4$, so haben wir bei ~ 1000,

$$L_2 = 0{,}6 \text{ Henry}$$

oder es ist nach Fig. 11, oder nach der Regel das $\sqrt{m}$ sekundäre Windungen mit dieser Selbstinduktion übereinstimmen:

$\nu_2 = 1000$ für einfache Sekundärspule
$\nu_2 = 1400$ für zwei parallele Sekundärspulen
$\nu_2 = 1700$ für drei „ „
$\nu_2 = 2000$ für vier „ „

Setzt man diese als die ungefähren sekundären Resonanzwindungen, so findet man die genaue Anzahl ganz dicht dabei durch wirkliche Versuche mit überspringenden Funken.

Oder wenn wir eine gegebene Sekundärspule haben, deren Selbstinduktion mit $K^2 = 0$ bekannt ist, so haben wir auch nach der obigen Formel die Resonanzkapazität. So sei z. B.

$$L_2 = 0{,}65 \text{ Henry}, \qquad \text{Seibts } K_s^2 = 0{,}18$$

dann ist nach der Formel die Resonanzkapazität bei $1000 \sim$

$$C = 0{,}0475 \text{ MF.}$$

Ein Vergleich mit verschiedenen Arten von Resonanzinduktoren wird, abgesehen von der Größe, der Handlichkeit im Gebrauch, oder der Annahme wirklicher Umstände, ein Vergleich sein für die Größe des sekundären Kondensatorstromes mit derselben Primärleistung. Bei diesen Vergleichen wird alles, außer den zu vergleichenden Induktoren, in jeder Hinsicht genau dasselbe sein, und zwar alles in der für die Resonanz günstigsten Bedingung; und ich glaube, daß Hans Boas' Resonanzinduktor für diesen Vergleich ein vorzüglicher Apparat ist.

Die Anordnung in Fig. 9 setzt uns in den Stand ein kontinuierlich anzeigendes Zyklometer nach dem Resonanzprinzip zu konstruieren, wie aus den Kurven für $\sim = 1000$ und $\sim = 800$ in Fig. 10 hervorgeht; dabei ist diese Anordnung frei von Reaktionen und sehr genau in den Angaben. Will man jedoch die Frequenz bei dem Geräusch des Generators und der Funken messen, so braucht man dazu eine Vorrichtung, die die Resonanz besser erkennen läßt, als der Ton des Telephonreceivers.

Das Prinzip eines Zyklometers, welches ich 1909 selbst gemacht habe, ist in Fig. 12 gezeigt.

Darin ist F ein kleiner mit Primärstrom gespeister Elektromagnet,

L eine bestimmte Selbstinduktion, mit einigen 6000 Drahtwindungen, S eine kleine Funkenstrecke, C ein regulierbarer Kondensator mit einer Gradteilung, C' eine konstante Hilfskapazität mit einigen 0,005 MF. Das Anzeigeinstrument J ist eine kleine elektrische Lampe. Wenn nun durch Drehen an C Resonanz hervorgerufen wird, so leuchtet die Lampe auf, und die Resonanz wird sehr scharf. Die Beziehung zwischen den Perioden und den Graden am Kondensator, die bei einer anderen Gelegenheit gefunden wurde, ist in Fig. 13 gezeigt. Hierbei sind die Perioden berechnet aus den Ablesungen am Tachometer und der Anzahl der Generatorpole.

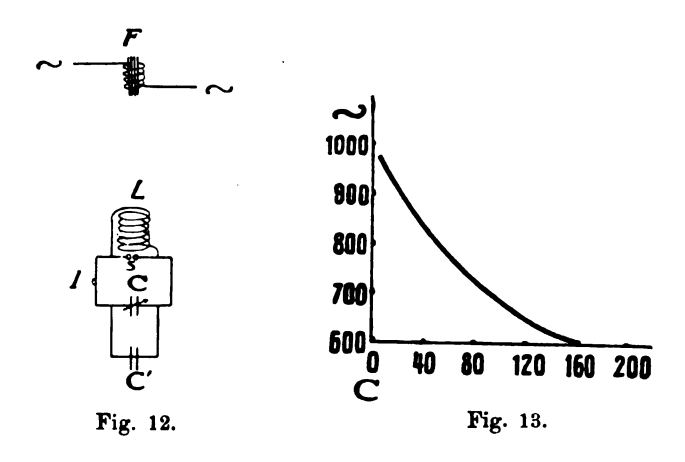


Fig. 12.

Fig. 13.

§ 5. **Bestimmung der Totalkoppelung.** Die Bestimmung der Totalkoppelung aus den Maximal- und Minimalwerten konnte nicht genau genug sein bei den vorliegenden Studien aus folgenden Gründen. Da wir Maximalstrom in der Nähe der Resonanz haben, werden sowohl die Kurven J_1 als auch von V_1 deformiert sobald man Funken überspringen läßt, und wenn Funkenbildung verhindert wird, erreicht dieser Strom einen sehr hohen Wert. Wenn hier die primäre Anfangsspannung bei Leerlauf niedrig gehalten wird, kann dieser Maximalstrom auf einen sicheren Wert heruntergedrückt werden, es war jedoch sehr schwer, diesen Maximalwert zu erreichen, da er einen Punkt an der höchsten Stelle einer sehr steilen Kurve darstellt.

Im Vergleich zu dem Primärstrom ist es viel leichter, die beiden Punkte der Primärspannung zu erhalten, die der Spannung bei Leerlauf gleich bleiben. Und an diesen Punkten vermutet man die Maximal- resp. Minimalwerte des Primärstromes. Die Übereinstimmung derselben

kann in vielen Fällen sehr gut dargestellt werden; es gibt aber auch viele Ausnahmen. Wenn die sekundäre Belastung, entweder als Funken- oder als Kapazitätbelastung niedrig ist, so sind die beiden Punkte der Schnittlinie von V_1 und der Spannungslinie bei Leerlauf manchmal imaginär, manchmal bilden sie einen Doppelpunkt, oder sie haben verschiedene Entfernung voneinander. Es ist deshalb nicht richtig, die Koppelung aus den beiden Punkten der Primärspannung zu berechnen Um den Wert der totalen oder praktischen Koppelung zwischen den beiden Systemen, den ich zum Unterschied mit K'^2 bezeichnen will, zu berechnen, bin ich wie folgt verfahren: In dem Resonanzinduktor, wie er hier studiert worden ist, nämlich mit veränderlichen Sekundärwindungen, soll C die Kapazität im sekundären Stromkreis sein, wie sie praktisch gebraucht wird. ν_2', L_2' sollen sein die Anzahl der sekundären Windungen und deren Selbstinduktion, die mit derselben Kapazität bei der gegebenen Periodenzahl 1000 und der Koppelung = 0 zur Resonanz kommen (§ 4). Die Zahl der Windungen, welche bei derselben Periodenzahl zur Resonanz kommen, und die nach der größten praktisch vorkommenden Funkenlänge beurteilt werden, die sog. Spannungsresonanz, sei ν_2 und die Selbstinduktion derselben L_2. Man findet L_2' und L_2 aus den Kurven der Konstanten Fig. 10 u. 11 in § 4, wenn die sekundären Windungen bekannt sind. Aus den Gleichungen

$$\sim = \frac{10^3}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{C L_2'}} \qquad \sim = \frac{10^3}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{(1 - K'^2) C L_2}}$$

erhält man alsdann

$$K'^2 = 1 - \frac{L_2'}{L_2}$$

Die Resultate der so gemachten Messungen sind auf Fig. 14 gegeben, wobei:

$$\sim = 1000, \qquad C = 0{,}025 \text{ MF.}$$

für jedes ν_2 werden die Maximalfunken erreicht, wobei die sekundären Windungen in Stufen von 50 Windungen verändert wurden. Die Drosselspule lag im primären Stromkreis, ihre Induktanz war veränderlich.

In Fig. 10 war nun für $C = 0{,}025$ MF., $\nu'^2 = 1425$ und das zu diesem Wert von ν'^2 gehörende $L_2' = 1{,}04$ Henry.

In Fig. 14 sind die mit den Maximalfunken korrespondierenden



Werte von v_2 wie nachstehend angegeben, wohingegen die Werte für L_2 aus Fig. 10 entnommen und K'^2 berechnet wurde.

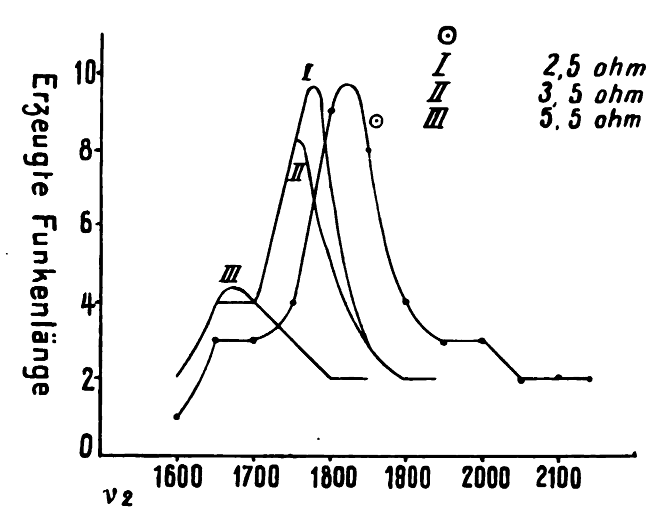


Fig. 14.

Induktanz der Drosselspule	v_2	L_2	K'^2	K_e^2
0	1815	1,60 Henry	0,35	$0,42_3$
2,5 Ohm	1780	1,55 „	0,33	$0,42_5$
3,5 „	1755	1,52 „	0,32	$0,42_6$
5,5 „	1660	1,38 „	0,25	$0,42_7$

Die Vergrößerung der drosselnden Induktanz verringert also nicht nur den Wert der Koppelung, sondern auch die maximale Funkenlänge, die hervorgebracht werden konnte. Der Wert von K'^2 nähert sich (nach Seibts Formel in § 4) dem Werte von K_e^2 am meisten, wenn die Drosselspule auf Null steht, K'^2 berechnet mit Ausschluß des Widerstandes und der Induktanz der Drosselspule.

In praktischen Fällen ist es, mit der Vorrichtung der Drosselspule mit niedriger Induktanz und mit verschiedenen primären Anfangsspannungen bei Leerlauf leicht, die sekundären Windungen, die bei derselben Wechselzahl und verschiedener Kapazität zur Resonanz kommen, allmählich zu verändern. Verschiedene wirkliche Fälle sind wie folgt:

Einfache Sekundärspule mit $C = 0{,}025$	ν_2' 1425 ν_2 1700 ν_2 1800 ν_2 1900	$L_2' = 1{,}04$ Henry $L_2 = 1{,}46$ „ $L_2 = 1{,}60$ „ $L_2 = 1{,}74$ „	K'^2 0,29 0,35 0,41
Zwei parallele Sekundärspulen C=0,025 MF.	ν_2' 1880 ν_2 2600	$L_2' = 1{,}04$ Henry $L_2 = 4{,}79$ „	0,42
Zwei parallele Sekundärspulen C=0,070 MF.	ν_2' 1050 ν_2 1400	$L_2' = 0{,}36$ Henry $L_2 = 0{,}62$ „	0,42

Eine ähnliche Methode um die Koppelung auszurechnen kann bei den Induktoren angewandt werden, bei denen die sekundären Windungen konstant sind wie bei Hans Boas' Induktor und wahrscheinlich bei allen geschlossenen Öltransformatoren. Wenn nun C' die Kapazität ist, die mit dieser Sekundärspule bei der gegebenen Wechselzahl und $K^2 = 0$ (§ 5) zur Resonanz kommt, und wenn vermittels praktischer Versuche der maximalen Funkenlänge, C die Kapazität ist, die mit derselben Sekundärspule und derselben Periodenzahl zur Resonanz kommt, dann ist

$$K'^2 = 1 - \frac{C'}{C}$$

Weil

$$\sim = \frac{10^3}{2\pi}\frac{1}{\sqrt{C'L_2}} = \frac{10^3}{2\pi}\frac{1}{\sqrt{(1-K'^2)CL_2}}$$

Bei dem in § 5 angeführten geschlossenen Transformator waren die Resultate der Messung und wirklichen Versuche

$$C' = 0{,}0094 \text{ MF}, \qquad C = 0{,}0159 \text{ MF}.$$

Daher ist in diesem Falle

$$K'^2 = 0{,}41$$

welches ungefähr derselbe Wert ist als bei dem vorhergehenden offenen Induktor.

§ 6. Sekundärströme. Wenn im sekundären System die Funkensstrecke fortgenommen wird, um Funkenbildung zu verhindern, und auch die Glimmentladung in der Nähe der sichtbaren Funken fortgenommen sind, sind die Ströme in der sekundären Spule und in dem Kondensator die gleichen. Dieser Strom ist ungefähr proportional dem Primärstrom bei konstanter Spannung, während sein Maximum bei Funkenbildung tiefer liegt. Wenn man in diesem selben System Funken-



bildung zuläßt bei der größten Anzahl von Serienfunkenstrecken und zwar, jede in Übereinstimmung mit der zugehörigen Resonanz oder Dissonanz, dann erreicht der Strom in der Sekundärspule und die Primärspannung den Maximalwert im Bereich der Resonanz.

Das Ansteigen der Spannung am Kondensator bei Resonanz resultiert in den erzwungenen und freien Oszillationen im sekundären Stromkreis. Diese Spannung hat dieselbe Frequenz als der Primärstrom, und bis zu dem Augenblick der Funkenbildung ist dies die Ursache dafür, daß die sekundären Ströme $J_2 = J_2'$ sind, was sich mit dem Ansteigen der Spannung am Kondensator entwickelt.

Wenn jedoch im sekundären System Funken erzeugt werden, so wird das Ansteigen der Kondensatorspannung dadurch zum Stillstand gebracht, und es vollzieht sich ein Übertritt von starker Energie aus dem primären in das sekundäre System, wobei zwei verschiedene Ströme mit verschiedener Amplitude und Perioden auftreten. Der stärkere ist der mit hoher Frequenz des Kondensators, der durch die Funkenstrecke, aber nicht durch die sekundäre Spule fließt. Der schwächere Strom fließt durch die Sekundärspule und hat eine niedrigere Frequenz als der Primärstrom. Der Unterschied der beiden Ströme kann selbst vor der sichtbaren Funkenentladung beobachtet werden, wodurch das Vorhandensein von stillen Entladungen über die Funkenstrecke dargetan wird.

In Fig. 15 ist der Verlauf der beiden sekundären Ströme J_2 und J_2' dargestellt bei verschiedener Funkenbildung, mit verschiedenen Kapazitäten im sekundären Stromkreis, jedoch alle bei entsprechender Resonanz. Man kann hier sagen, daß sich bis zu dem sogen. „kritischen Funken“ J_2 und J_2' in derselben Weise entwickeln und mit der Kapazität in derselben Weise ändern. Ein Punkt tritt hierbei besonders hervor, und das ist die größere Beeinflussung des Stromes J_2' durch die Kapazität, als durch die Funkenlänge. In diesem Augenblicke sind die Kapazitäten im Verhältnis 1 : 2, und für dieselbe Strommenge J_2' sind die Funkenlängen fast in dem Verhältnis 2 : 1. Man darf daher sagen, daß von den beiden Sekundärströmen J_2' seinen vollen Wert vor dem Überspringen des Funkens erreicht, während der andere Strom J_2 bei Überspringen des Funkens auftritt.

Nimmt man die Gleichung des Hitzdrahtamperemeters für den gedämpften oszillierenden Strom

$$J_2\,(\text{Amp.}) = \frac{1}{2} J_{20}\,(\text{Amp.}) \sqrt{\frac{\zeta}{N\partial}}$$
$$= 10^{-6}\,\pi\sqrt{N}\sqrt{\frac{\zeta}{\partial}} \cdot C\,(\text{MF.})\,V_f\,(\text{Volt})$$

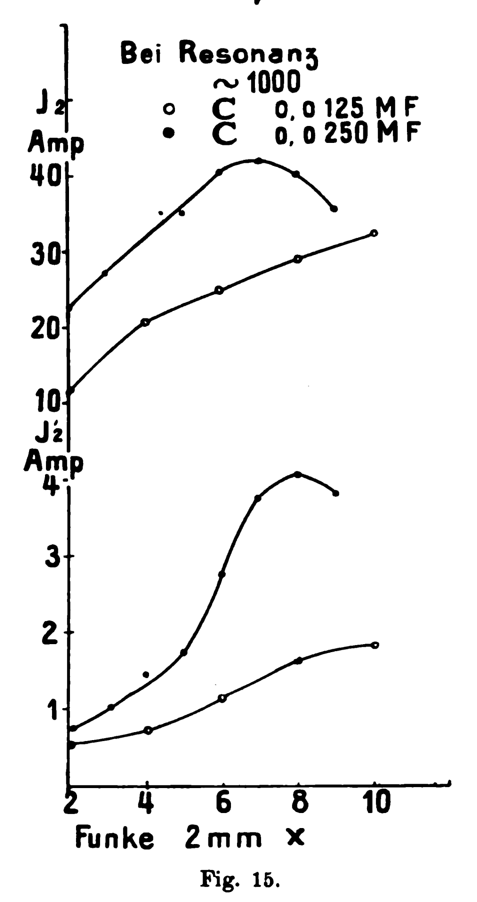


Fig. 15.

so kann man die Kraft in dem Kondensator mit einem der beiden nachfolgenden Ausdrücke bezeichnen:

$$P_2\,(\text{KW.}) = \frac{1}{2}\,10^{-9}\,\zeta\,C\,(\text{MF.})\,V_f^2\,(\text{Volt})$$
$$= \frac{1}{2}\,\frac{10^3}{\pi^2}\,\frac{\partial}{N\,C(\text{MF.})}\,J_2^2\,(\text{Amp.})$$

wo ζ die Funkenfrequenz ist, V_f die Funkenspannung, ∂ das Dekrement und N die Frequenz.

Über die Größen J_2 und P_2 haben wir in Verbindung mit dem modernen Empfängersystem mit Mineral- oder elektrolytischem Detektor, einige praktische Betrachtungen anzustellen. Wenn in dem Kondensatorstromkreis die Funkenlänge allmählich vergrößert wird, vergrößert sich auch der Sekundärstrom J_2, wenn aber die Funkenlänge die sogen. kritische Funkenlänge erreicht, bleibt J_2 konstant und ist ein Maximum; vergrößert man dann die Funkenlänge noch mehr, so nimmt J_2 allmählig ab. In diesem ganzen Verlauf nimmt die Funkenfrequenz von Anfang bis zu Ende stufenweise ab.

Die Funkenspannung V_f vergrößert sich im Gegensatz dazu nur von Anfang bis zu Ende fast in Proportion zur Funkenlänge. Wenn wir die Wirkung am Hörempfänger betrachten, so scheint die jedesmalige Tonstärke eher von dem Wert V_f als von dem Produkt desselben mit der Funkenfrequenz abzuhängen, unter der Bedingung, daß die Funken kräftig erzeugt werden. In dem Ausdruck für P_2 ist dies anscheinend der Fall, da die Verminderung von ζ im Verhältnis von 1 : 10 wieder ausgeglichen werden kann durch die Vergrößerung von V_f im Verhältnis von 3,2 : 1. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß im Bereich des größten und konstanten J_2, der Anfangsteil für die jedesmalige Tonstärke und der Endteil für die gesamte Intensität benutzt wird.

§ 7. Vergrößerung der Energie. Die Vergrößerung der Energie, oder die Erzeugung des größeren Kondensatorstromes kann in folgender Weise erreicht werden:

1. Vergrößerung der Funkenlänge,
2. Vergrößerung der Kondensatorkapazität
3. Art und Handhabung der Funkenstrecke,
4. Benutzung von parallelen Sekundärspulen.

Von dieser Gruppe hat die Vergrößerung der Funkenlänge ihre Grenze in den kritischen Werten, welche verschieden sind für verschiedene Funkenstrecken, und für verschiedene Kapazitäten, auch unter der Einwirkung der Leistungskapazität der primären Kraftquelle. Die Vergrößerung der Kapazität bedeutet ein Vergrößerung der Wellenlänge, und hängt deshalb von der Größe der Station ab. Die Art und die Behandlungsweise der Funkenstrecke sind natürlich, ebenso wie der Gebrauch von parallelen Sekundärspulen, unabhängig von anderen Größen.

In Fig. 16 sind die Resultate von einer einfachen und zwei parallelen Sekundärspulen mit luftgeblasener einfacher Funkenstrecke angegeben. Hier waren: $\sim = 1000$, $C = 0{,}025$ MF. und $V_1 = 250$ bei Leerlauf. W_1 ist die Ablesung am Schalttafelwattmeter und deshalb etwas kleiner bei kurzen Funkenlängen und größer bei langen Funken als die wirkliche Leistung des Generators.

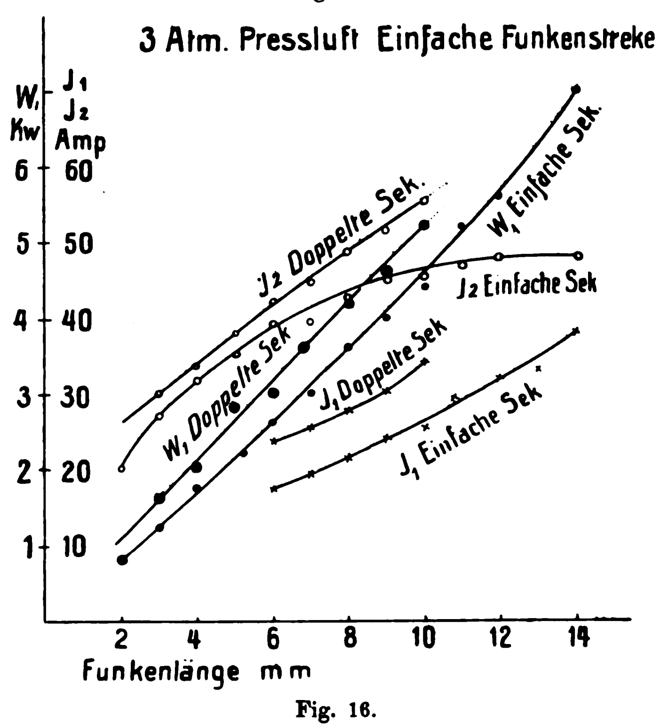


Fig. 16.

Für diese und ähnliche Funkenstrecken dieser Art gibt es gemeinsame Resultate für die beiden parallelen Sekundärspulen, nämlich das Anwachsen des Primärstromes und das zugehörige Steigen des Kondensatorstromes. Nimmt man die wirkliche Spannung des Generators als konstant an, was ganz erklärlich wäre, so könnte man die wirkliche Primärleistung als proportial dem Primärstrom annehmen.

Für die vergrößerten Kapazitäten habe ich die zur Resonanz nötige sekundäre Windungszahl aus dem Wert für die Koppelung berechnet unter der Annahme, daß $K^2 = 0{,}4$. Es ist also in dem Primärstrom mit $\sim = 1000$

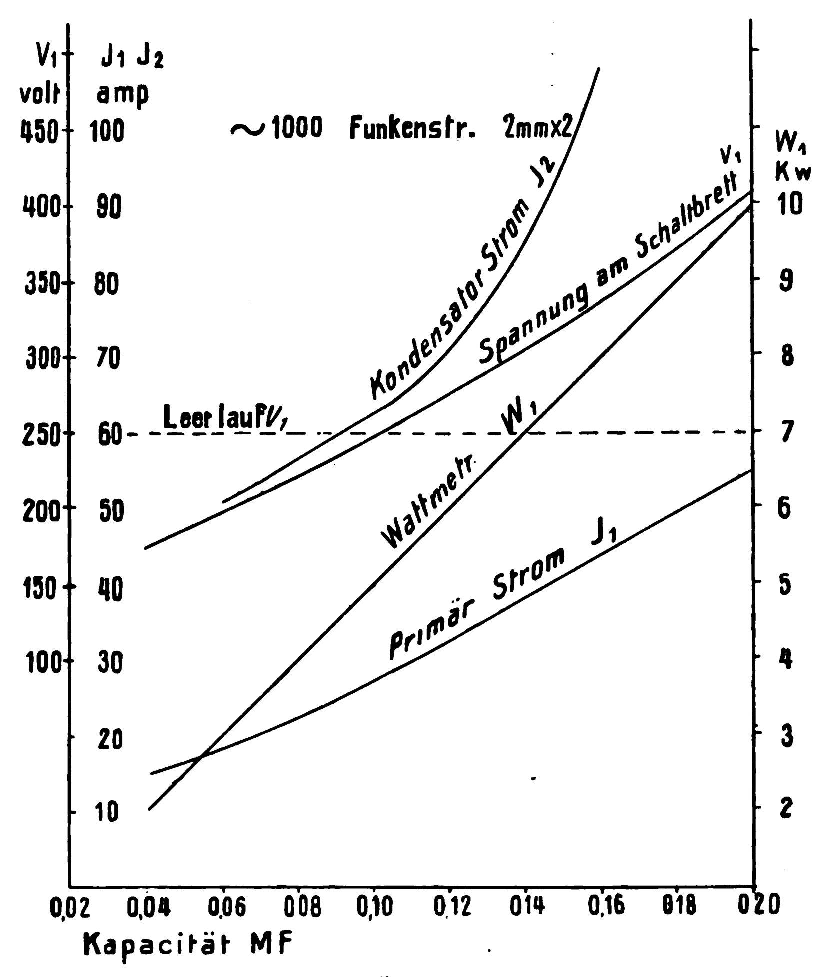
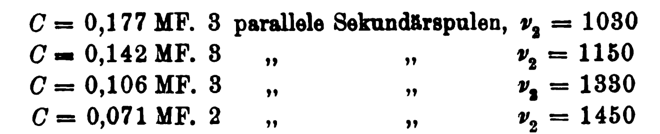


Fig. 17.

$$1 = 2\pi\sqrt{(1 - K^2)\, C\,(\text{MF.})\, L_2\,(\text{Henry})}$$

$$L_2 = \frac{1}{21{,}6}\;\frac{1}{C(\text{MF.})}$$

Dieser Wert L_2 auf den in Fig. 11 Bezug genommen ist, gibt die ungefähren sekundären Windungszahlen wie folgt:



$C = 0{,}177$ MF. 3 parallele Sekundärspulen, $\nu_2 = 1030$
$C = 0{,}142$ MF. 3 „ „ $\nu_2 = 1150$
$C = 0{,}106$ MF. 3 „ „ $\nu_2 = 1330$
$C = 0{,}071$ MF. 2 „ „ $\nu_2 = 1450$

Fig. 18.

Mit diesen Sekundärspulen habe ich, unter Begrenzung der konstanten Funkenstrecke auf 2 m/m × 2 zwischen flachen Elektroden die in Fig. 17 angegebenen Resultate erhalten, deren Data wie folgt sind:

$$\sim\, = 1000, \quad V_1 = 250 \text{ Volt bei Leerlauf.}$$

Wir ersehen aus der Kurve, daß der Kondensatorstrom mit der

Kapazität schnell ansteigt. Dieses Ansteigen tritt noch deutlicher hervor sobald die Kapazität ungefähr den Wert 0,12 MF. überschritten hat. Primärstrom und Primärspannung sowie die Wattmeterablesungen an der Schalttafel steigen mit der Kapazität, wobei die zweite die normale Spannungslinie ungefähr bei der Kapazität mit dem Werte 0,10 MF. schneidet.

Anhang. An die vorhergehenden Studien möchte ich nun noch anschließen die Charakteristik für einen Resonanz-Induktor, der für einen 1000 periodigen Primärstrom und für eine größere Kapazität im sekundären System bestimmt ist. Die beifolgenden Kurven sind für die vier parallelen sekundären Spulen und für die nachstehenden Größen:

Es wäre vielleicht besser gewesen die charakteristischen Kurven hier für eine einzige Sekundärspule zu zeichnen, und die Verallgemeinerung für parallele Sekundärspulen dem Gesetz der $\sqrt{m}$ (§ 4) zu überlassen. Beim Gebrauch von parallelen Sekundärspulen wird man finden, daß die Entfernung zwischen den einzelnen Gruppen der Sekundärspulen von großer Bedeutung für die Verbesserung der Resonanz ist. Die Entfernung ist hier groß genug genommen (größer als 20 cm).

Obgleich dieser ganze Anhang nur ein Beispiel ist, so glaube ich doch, daß irgendein Resonanz-Induktor nach solchen Angaben beschrieben werden kann (Fig. 18).

R_2 Ohmscher Widerstand, gemessen in Ohm,

C_0 Resonanzkapazität bei Frequenz = 1000 und Koppelung = 0 gemessen wie in § 4 in MF.,

L_2 Selbstinduktion in Henry, berechnet aus

$$L_2 = \frac{1}{39,5\ C_0\,(\mathrm{MF.})}$$

K_s^2 Werte der Seibtschen Koppelung, berechnet aus[1])

1) Augenscheinlich würde es natürlicher erscheinen, hier anstatt der Seibtschen Koppelung K_s^2, den Wert $K^2 = \frac{M^2}{L_1 L_2}$, die Definition, oder die Werte von K'^2 (§ 6) zu erwähnen, die aus wirklichen Versuchen unter Erzeugung von Funken gefunden wurden. Aber die Bestimmung von M ist nicht immer sehr genau, und die Werte von K'^2 ändern sich mit der Funkenlänge. Ferner liegen bei allen mit der maximalen Funkenlänge untersuchten Resonanzinduktoren die Werte K'^2 der totalen Koppelung sehr nahe bei $K_s'^2$, gleichviel ob der Koppelungswert K^2, berechnet aus M, L_1 und L_2 viel größer oder kleiner ist als K_s^2. Deshalb benutze ich die Werte von K_s^2 für die Charakteristik des Induktors und überlasse die endgültige Richtigstellung dem Funkenversuch und der Art und Weise der Speisung des Primärstromes.



$$K_s^2 = \frac{1}{2 + \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{L_2}{L_1}}$$

wo für die primäre Spule

$$R_1 = 0,0108 \text{ Ohm}, \; L_1 = 0,00106 \text{ Henry}$$

C_k Resonanzkapazität bei Frequenz = 1000 und den obigen Werten von K_s^2 in MF., berechnet aus

$$C_k = \frac{1}{39,5\,(J - K_s^2)\,L_2\,(\text{Henry})}$$

Wenn der Induktor eine konstante Sekundärspule hat, wenn z. B. in den beistehenden Kurven ν_2 gleich 1500 ist, dann genügt statt dieser charakteristischen Kurven eine kleine Tabelle wie folgt:

Resonanzinduktor für 1000 periodigen Wechselstrom.

Primär	Sekundär
Zwei Parallele	Vier Parallele
ν_2 = 60 für jede	ν_2 = 1500 für jede
R_1 = 0,0108 Ohm	R_2 = 7,8 Ohm
L_1 = 0,00106 Henry	L_2 = 0,41 Henry
	C_0 = 0,0584 MF.
	K_s^2 = 0,39
	C_k = 0,100 MF.

Wenn jedem gelieferten Resonanzinduktor derartige charakteristische Kurven oder Tabellen beigegeben würden, dann blieben dem Experimentator viel nutzlose Mühen erspart.

Literatur-Anhang.

G. Seibt, Über Resonanzinduktoren und ihre Anwendung in der drahtlosen Telegraphie, Elektrot. Ztschr. S. 276, 1904.

G. Benischke, Der Resonanztransformer, Elektrot. Ztschr. S. 25, 1907.

C. Bleitfeld, Der Resonanztransformer, Elektrot. Ztschr. S. 627, 1907.

G. Glage, Experimentelle Untersuchungen an Resonanzinduktor. Diss. Straßburg 1907.

— Neuere Methode zur Ladung von Kondensatorkreisen. I. Die Induktorladung, Jahrb. 1, 185, 1907.

C. Tissot et Hemsalech, Sur les phénomènes de résonance dans le cas des transformateurs à circuit magnetique ouvert et leur utilité pour la production de fortes étincelles, Soc. Franç. de Phys. Nr. 260, 5, 1907.

J. Bethenod, Sur le transformateur à résonance, L'Écl. Élec. 53, 115, 145, 217, 287, 1907; Jahrb. 1, 534, 1907.

A. Blondel, Réglage des transformateur à la résonance pour la production des décharge disruptifs., Journ. Phys. 7, 89, 1907.
— On the discharge of condernsers charged by transformers and on the regulation of resonance transformer. Electr. 59, 642, 1907; Lum. él. 51, 217, 253, 325, 1907.
Gaiffe et Gunter, Transformateur à fuites magnetiques et à résonance secondaire pour la télégr. sans fil, C. R. 145, 566, 1907; L'Écl. élec. 53, 141, 1907.
Boas, H., Resonanztransformatoren, Jahrb. 3, 600, 1910.

(Nach dem Englischen.)
(Eingesandt 1. April 1912.)

Referate.

Rich. Hiecke, Zur Theorie des Funkeninduktors. Elektrotechnik und Maschinenbau 1912, Heft 4.

Der Verfasser behandelt die elektrischen Schwingungen in Induktoren, die mit Quecksilberunterbrecher und Kondensator im Primärkreise betrieben werden. Seine Formeln weichen insofern von den bekannten Ausdrücken für Induktanz-Kapazitätskreise ab, als die von der Frequenz abhängige Mitwirkung des Eisenkernes in Betracht kommt.

Die untersuchten Periodenzahlen zwischen $2{\cdot}25 \cdot 10^3$ bis $1{\cdot}33 \cdot 10^5$ fallen eben schon in das Gebiet der Hochfrequenz, der die Magnetisierung des Eisenkerns nur in einer dünnen Schicht an der Oberfläche seiner Elemente folgt.

Die Dicke dieser Schicht ist ungefähr $\sqrt{\frac{c\,T}{\mu}}$ proportional ($c =$ spez. Widerstand des Eisens, $T =$ Periodendauer, $\mu =$ Permeabilität) woraus die scheinbare Induktanz des Primärkreises:

$$L_1 = k\,L_0\sqrt{T}$$

folgt. L_0 ist die Induktanz bei langsamen Stromänderungen und k ein Koeffizient, der der Eisenoberfläche und $\sqrt{\frac{c}{\mu}}$ proportional ist.

Hiermit gelangt der Verfasser zu folgenden angenäherten Formeln, in denen C_1, C_2 primäre und sekundäre Kapazität, n_1, n_2 primäre und sekundäre Windungszahl, w_1, w_2 primären und sekundären Ohmschen Widerstand, J_1 den anfänglichen Magnetisierungsstrom $\overline{E}_1$, $\overline{E}_2$ die

Höchstwerte der Primär- und Sekundärspannung und λ das logarithmische Dekrement der elektrischen Schwingungen bedeutet:

$$T = 2\pi \sqrt[3]{16\pi^4 k^2 L_0^2 \left(C_1 + C_2 \frac{n_2^2}{n_1^2}\right)^2}$$

$$\overline{E}_2 = \frac{n_2 J_1 e^{-\frac{\lambda}{4}}}{n_1} \sqrt[3]{\frac{2\pi k^2 L_0^2}{C_1 + C_2 \frac{n_3^2}{n_1^2}}}$$

und

$$\lambda = \frac{1}{2} \cdot \frac{w_1 C_1^2 n_1^2 + w_2 C_2^2 n_2^2}{(C_1 n_1 + C_2 n_2)^2} \sqrt[3]{\frac{4\pi^2 \left(C_1 + C_2 \frac{n_2^2}{n_1^2}\right)}{k^2 L_0^2}}$$

$\overline{E}_2$ kann aber durch Verringerung der primären Kapazität nicht über eine bestimmte Grenze gesteigert werden, weil ein zu schneller Anstieg der Primärspannung die Entladung im Unterbrecher zur Folge hat. Der Quotient:

$$\frac{\overline{E}_1}{T} = \frac{J_1 e^{-\frac{\lambda}{4}}}{2\pi \left(C_1 + C_2 \frac{n_2^2}{n_1^2}\right)} \text{ c. g. s.}$$

welcher den Spannungsanstieg charakterisiert, darf somit einen bestimmten Grenzwert ϑ nicht überschreiten. Setzt man ferner

$$L_0 = \frac{n_1 q_e \varphi_e B}{J_1}$$

(q_e = Querschnitt des Draht- oder Bleikernes, φ_e = Füllfaktor desselben, B = anfängliche magnetische Induktion) so erhält man als obere Grenze der Sekundärspannung:

$$\overline{E}_2 = n_2 \sqrt[3]{4\pi^2 k^2 \vartheta e^{-\frac{\lambda}{4}}} \sqrt[3]{\frac{B^2 q_e^2 \varphi_e^2}{n_1}} \text{ c. g. s.}$$

Soweit dem Verfasser Material aus eigenen Versuchen und solchen von Klingelfuss (Verh. d. naturforsch. Ges. in Basel Bd. XIII 1901, Heft 2) vorlag, erscheinen die Formeln durch die Erfahrung bestätigt.

Es fanden sich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit $\vartheta = 2{\cdot}7 \cdot 10^7 \frac{\text{Volt}}{\text{Sek}}$ und für k im Mittel die Werte der nachstehenden Tabelle:

Kernmaterial	Dicke	k
Eisenblech	0·5 mm	5·48
Eisendraht	0·5 mm	11·85
Eisendraht	0·222 mm	31·67

Der Energieverlust durch den Ohmschen Widerstand ist in der Primärspule verhältnismäßig gering, beträgt jedoch in der Sekundärspule bis zum ersten Spannungsmaximum mehrere Prozente. (E.)

(Eingesandt 4. März 1912.)

Karl Herrmann, Über die Widerstandszunahme von Spulen bei Wechselstrom. Verh. D. Phys. Ges. 13, 978, 1911. Verfasser untersuchte die schon von Lindemann und M. Wien bemerkte Erscheinung, daß die Unterteilung des Drahtes einer Spule bei hohen Schwingungszahlen wie z. B. in der drahtlosen Telegraphie, sich ungünstiger gestaltet, d. h. daß die Litze für hohe Perioden einen größeren Ohmschen Widerstand zeigt als ein Massivdraht, während für niedere Perioden gerade das Umgekehrte der Fall ist. Dies Ergebnis prüft Verfasser auf kalorimetrischem Wege. Sendet man nämlich denselben Gleich- und Wechselstrom durch zwei hintereinandergeschaltete Spulen von genau gleichem Widerstande (die eine Massivdraht, die andere Litzendraht), so ist die entwickelte Wärmemenge den Spulenwiderständen proportional. Die Spulen sind in zwei gleiche Kalorimeter eingebaut, in denen sich die Kalorimeterflüssigkeit (Paraffinöl) infolge der Erwärmung ausdehnt. Es zeigte sich auch hierbei, daß das Verhältnis — Massivdrahtwiderstand : Litzenwiderstand — sich mit zunehmender Frequenz ändert; und so ergeben die kalorimetrischen Messungen qualitativ dasselbe, wie die Lindemannschen Versuche, nämlich daß im Gebiete höherer Schwingungszahlen die Unterteilung des Kupferquerschnittes nicht denselben Vorteil bietet wie bei geringen Frequenzen. Alfred Schulze.

(Eingesandt 18. Januar 1912.)

Über Entstehung und Vermeidung von Lichtbögen und über den Einfluß von Elektrodenmaterial und Medium der Funkenstrecke auf die Bildung von Lichtbögen bei Verwendung von Resonanztransformatoren von Karl Rottgardt (Mitteilungen aus dem Kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamt Phys. Ztschr. 12, 652—657, 1160—1162, 1911).

Ein an einen 500periodigen Wechselstromumformer angeschlossener Transformator speist eine Zinkfunkenstrecke, an die in bekannter Weise ein Schwingungskreis bestehend aus Kapazität (Wienschen Preßgaskondensatoren) und variabler Selbstinduktion (Flachspulen von unterteilter Acetatdrahtlitze) angeschaltet ist. Der Kondensator ist so bemessen, daß der Transformator als Resonanztransformator in bezug auf die Periodenzahl des Umformers arbeitet. In den an die Funkenstrecke angeschlossenen Schwingungskreis kann ein stetig variabler, skin- und selbstinduktionsfreier Graphitwiderstand eingeschaltet werden.

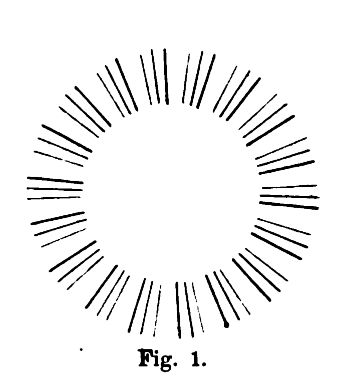


Fig. 1.

Zur Untersuchung, ob ein inaktiver Lichtbogen oder ein saubere Schwingungen liefernder Funke zwischen den Zinkelektroden der Funkenstrecke überging, wurde über einen Kondensator von experimentell bestimmter Größe eine rotierende Heliumröhre an die Elektroden angeschlossen. Blieb diese dunkel, so geschah die Entladung in Form eines Lichtbogens, ergab sich ein regelmäßiges Bild etwa der Fig. 1, wo jeder Strich ein Aufleuchten des Rohres anzeigen soll, so fand ein Übergang aktiver Funken statt, und zwar entspricht in der Figur jedesmal dem dritten Aufleuchten der Röhre (dem stärksten Strich) ein Funke.

Nach Anlegen der Spannung an die Funkenstrecke bildete sich im allgemeinen schnell ein Lichtbogen zwischen den Elektroden aus. Dann wurde in den an sie angehängten Schwingungskreis der oben erwähnte Graphitwiderstand eingeschaltet. Es ergab sich, daß der Lichtbogen durch Einschalten eines bestimmten Widerstandes, in einen regelmäßigen aktiven Funken übergeführt wird; die Größe des benötigten Widerstandes darf für gegebene Schwingungsdauer des Schwingungskreises eine untere Grenze nicht überschreiten. Der Widerstand muß vergrößert werden, wenn die der Funkenstrecke zugeführte

Leistung oder die Schwingungsdauer (Selbstinduktion) des Schwingungskreises erhöht wird. Die Art wie der Widerstand von diesen Größen abhängt, zeigen die Kurven der Fig. 2, in der die den einzelnen Kurven beigefügten Zahlen (Amp.) ein relatives Maß für die den Elektroden zugeführte Leistung bilden.

Diese Versuche erklären sich so:

Bei jedem Wechsel des Speisestromes erfolgt eine Aufladung des Schwingungskreiskondensators und damit der Elektroden, die bei

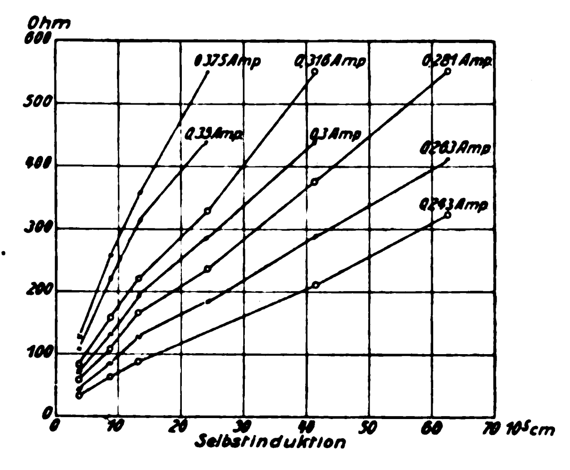


Fig. 2.

günstigen Verhältnissen zur Entladung kommt; diese Entladung leitet eine schnelle Schwingung von einer durch die Selbstinduktion und die Kapazität des Schwingungskreises bestimmten Frequenz ein. Die Dauer des Schwingungsvorganges, die außer von der Frequenz von der Dämpfung des Kreises abhängt, darf eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, damit für die Entionisierung der Funkenstrecke vor dem Einsetzen der nächsten Ladewelle genügend Zeit bleibt. Im wesentlichen muß die Entionisierung nach der Hälfte der Zeit zwischen zwei Wechseln vollzogen sein, da ein Spannungsausgleich in Form eines Lichtbogens erfolgen wird, wenn bei Durchgang der Spannungsamplitude des Speisestromes durch Null noch Ionenreste zwischen den Elektroden vorhanden sind. Ein bestimmter Bruchteil der Zeit zwischen zwei Wechseln wird also für die Entionisierung der Funkenstrecke gebraucht, so daß der schnellen Schwingung nur eine bestimmte Zeit

zum Abklingen zugeteilt, und somit dem Schwingungskreis bei gegebener Frequenz eine untere Grenze des Dekrements vorgeschrieben wird. Da der in den Schwingungskreis eingeschaltete Widerstand der bestimmende Teil des Dekrements ist, wird bei gegebener Frequenz ein bestimmter Widerstand zur Vermeidung des Lichtbogens benötigt. Dieser Widerstand muß zunehmen, bei vergrößerter Ionisierung der Funkenstrecke, d. h. bei Erhöhung der den Elektroden zugeführten Leistung. Bei Vergrößerung der Schwingungsdauer durch Zunahme der Selbstinduktion muß der Widerstand ebenfalls vergrößert werden, da bei gleichbleibender Dämpfung die Zeit bis zum Ablauf der schnellen Schwingung zunehmen würde, also wieder nicht genügend Zeit zum Entionisieren bliebe.

Die Überführung des Lichtbogens in einen aktiven Funken kann auch durch Koppelung mit einem stark gedämpften abgestimmten Sekundärkreis geschehen. Für jeden Wert der Frequenz des Schwingungskreises ergibt sich ein Koppelungsgrad, unterhalb dessen die Überführung nicht gelingt. Es läßt sich berechnen, daß bei einer Verwendung von 500 periodigem Wechselstrom und Zinkelektroden nahezu die ganze zur Verfügung stehende Zeit (94—95 %) zur Entionisierung der Funkenstrecke nötig ist.

Um den Einfluß des Elektrodenmetalls auf die Lichtbogenbildung festzustellen, wurde in den Schwingungskreis dessen elektrische Dimensionen (Selbstinduktion und Kapazität) konstant blieben, ein bestimmter Graphitwiderstand eingeschaltet, und dann bei gleichem Elektrodenabstand für die verschiedenen Metalle als Elektroden die Stromstärke festgestellt, die in die Erregerwickelung des den Transformator speisenden 500 periodigen Umformers gesandt werden muß, damit noch aktive Funken übergehen. Die Neigung zur Lichtbogenbildung des einzelnen Metalls ist dann um so größer, je kleiner die so gefundene Stromstärke ist. Die folgende Tabelle gibt so festgestellte Zahlen, bei denen zu beachten ist, daß die geringen Zahlenunterschiede die erheblichen Änderungen der vom Umformer gelieferten Spannungen bedingen. Die für die Stoßerregung günstigen Metalle scheinen mehr zur Lichtbogenbildung zu neigen.

Über den Einfluß des Dielektrikums der Funkenstrecke auf die Lichtbogenbildung ergab sich für Zinkelektroden im Abstande von 4 mm, die Reihenfolge H_2, O_2, CO_2, Luft nach der Neigung zur Lichtbogenbildung. Auch hier ist eigentümlich, daß das zur Stoßerregung am meisten geeignete Gas (Wasserstoff) am stärksten die Lichtbogenbildung begünstigt.

Dielektrikum in der Funkenstrecke: Luft. Elektrodenabstand: 4 mm.

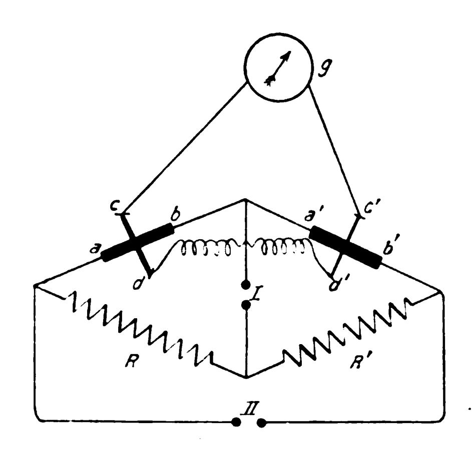
Periodenzahl des Speisestromes	Dimensionen des Schwingungskreises		Eingeschalt. Widerstand	Stromstärke in A für die untersuchten Metalle					
	C in μF	L in cm	Ohm	Ag	Cu	Al	Messing	Fe	Zn
508	$1,74 \cdot 10^{-3}$	$13,25 \cdot 10^{5}$	169	0,25	0,225	0,22	0,25	0,265	0,263
			300	0,26	0,24	0,212	0,245	0,285	0,305
		$24,4 \cdot 10^{5}$	300	0,235	0,207	0,22	0,23	0,262	0,27
520	$2,58 \cdot 10^{-3}$	$24,4 \cdot 10^{5}$	169	0,26	0,228	0,20	0,24	0,30	0,29
			300	0,287	0,29	—	—	—	0,32

(E.)

(Eingesandt 20. Januar 1912.)

L. Isakow, Thermischer Indikator zur Resonanzabstimmung nach der Nullmethode. (Vorläufige Mitteilung.) Phys. Ztschr. **12**, 1224, 1911.

In Anlehnung an die Nullmethode von Mandelstam und Papalexi (Jahrb. **4**, 605) wird ein Schema zur Anwendung dieser Methode be-



schrieben, das die Größe $J_{1,2} = \int i_1 i_2 \, dt$ mittels zweier Thermoelemente zu messen gestattet. Hitzdrähte ab, $a'b'$ und induktionsfreie Widerstände R, R' (s. Figur) bilden eine gleicharmige Wheatstonesche Brücke, deren Diagonalzweige I, II mit dem primären bzw. sekundären Schwingungskreise induktiv gekoppelt sind. Die gegeneinander ge-

schalteten Thermoelemente $c d, c' d'$ ergeben bei dieser Anordnung Ausschläge des Galvanometers g, die, wie leicht ersichtlich, zu $\int j_1 j_2 \, dt$ (j_1, j_2 Ströme in I, II), und somit — bei passend gewählten Verhältnissen — auch zu $\int i_1 i_2 \, dt$ (i_1, i_2 Ströme im primären bzw. sekundären Schwingungskreise) proportional sind. (E.)

(Eingesandt 20. Januar 1912.)

Max Wien (Jena), Über die Anwendung von Luftresonatoren bei Telephontönen. Phys. Ztschr. **13**, 1034, 1912.

Zur Verstärkung einer Grund- oder Oberschwingung bei Telephontönen kann man zwischen Platte und Ohr mit gutem Erfolg einen Luftresonator einschalten. Die Helmholtzschen offenen Kugelresonatoren eignen sich für tiefe und auch sehr schwache Töne bis etwa 500 Schwingungen recht gut hierzu.

Für höhere Töne verwendet man besser geschlossene Kugelresonatoren. Die von Rayleigh und Thiesen für diese Resonatoren aufgestellte Theorie wird durch das Experiment geprüft und bestätigt.

Es gelingt also durch Luftresonanz reine Töne von beliebiger und bekannter Höhe zu erzeugen.

Besondere Bedeutung gewinnt das Telephon mit Luftresonator in seiner Anwendung als Nullinstrument für die Wechselstrombrücke, da für hohe Töne alle anderen Instrumente, die auf eine ausgesprochene Schwingungszahl eingestimmt sind — optisches Telephon, Vibrations-Galvanometer — zu unempfindlich werden. Einen Wechselstrom mit konstanter Frequenz, wie er bei der scharfen Resonanz der Luftresonatoren erforderlich ist, erhält man für diese Zwecke leicht aus den gedämpften Schwingungen von Kondensatorentladungen.

In der drahtlosen Telegraphie mit tönenden Funken könnte man daran denken, beim Empfang von Nachrichten den Telephonton durch Luftresonatoren zu verstärken, jedoch gehen bei schnellem Telegraphieren infolge der ausgeprägten Resonanz die Zeichen — Punkte und Striche — ineinander über. Um mit Erfolg hier die Luftresonanz anwenden zu können, müßte man also langsamer telegraphieren.

W. Birnbaum.

(Eingesandt 5. Dezember 1912.)

Mitteilungen aus der Praxis.

Wir entnehmen der Telefunken-Zeitung Nr. 8 folgende Mitteilung:

Eröffnung einer großen Telefunken-Station in Amerika. Die Telefunken-Gesellschaft hat für Rechnung der Atlantic-Communication Company, New York, eine Groß-Station in Sayville (Long Island) errichtet und am 1. Oktober 1912 dem öffentlichen Verkehr übergeben. Das Rufzeichen der Station ist: „S. L. I.“ Die Station ist ständig besetzt und übernimmt uneingeschränkt Verkehr mit Landstationen und Schiffsstationen jeder Art, gleichviel, mit welchem System sie ausgerüstet sind. Jede Nacht von 3—4 Uhr (M. E. Z.) versendet die Station Presse-Nachrichten, welche von jeder Station aufgenommen werden dürfen, welche auf diese Nachrichten abonniert hat.

Die Wellenlänge beträgt vom 1. November ab 1800 m. Die Reichweite 3000—4000 km. E.

Ferner wurde folgendes Extrablatt der Telefunken-Zeitung ausgegeben:

Friedensschluß zwischen Telefunken und Marconi. Seit mehreren Jahren wird zwischen den beiden größten Gesellschaften auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie, der deutschen Telefunken-Gesellschaft und der englischen Marconi-Gesellschaft, ein heftiger Patentkampf ausgefochten. Die beiden Gesellschaften haben sich in verschiedenen Ländern gegenseitig Verletzung von Patentrechten vorgeworfen und die Gültigkeit ihrer Patente bestritten. Es schweben zurzeit noch 7 Prozesse, welche die Gesellschaften in verschiedenen Ländern wegen Patentverletzung gegeneinander angestrengt haben.

Dieser Kampf, welcher große Summen gekostet und die weitere Entwickelung der Funkentelegraphie sehr gehemmt hat, ist nunmehr beigelegt.

Die Deutsche Telefunken-Gesellschaft veröffentlicht mit Zustimmung der Marconi-Gesellschaft in Deutschland nachstehende Erklärung:

> „Die Englische Marconi- und die Deutsche Telefunken-Gesellschaft haben vereinbart, die zwischen ihnen in mehreren Ländern schwebenden Patentklagen zurückzuziehen. Die Marconi-Company verzichtet darauf, die Gültigkeit der be-

reits von den deutschen Gerichten anerkannten Telefunkenpatente, u. a. der Braunschen Patente zu bestreiten."

Die Englische Marconi-Gesellschaft veröffentlicht mit Zustimmung der Deutschen Telefunken-Gesellschaft in England nachstehende Erklärung:

„Die Herren Siemens Bros. & Co. Ltd., die in England die Interessen der deutschen Gesellschaft wahrnehmen, haben die Gültigkeit des Marconi-Patentes Nr. 7777 vom Jahre 1900 zugegeben, und es sind Vereinbarungen getroffen worden, nach welchen die von den Gesellschaften gegenseitig angestrengten Prozesse beigelegt werden." E.

(Eingesandt 15. November 1912.)

Ein Instrumentarium zur Untersuchung und Demonstration von Mineralien auf Empfindlichkeit gegen elektrische Schwingungen von G. Seibt.

Wir entnehmen Mitteilungen[1]) von G. Seibt folgendes:

In der drahtlosen Telegraphie werden seit einer Reihe von Jahren gewisse Mineralien und einige künstlich hergestellte Stoffe, z. B. Karborundum, als Wellendetektoren verwendet. Sie dienen dem Zweck, die schnellen elektrischen Schwingungen, die auf den Empfangsstationen von den ankommenden Wellen erregt werden, in Gleichstromimpulse umzuwandeln, die dann mittels eines Telephons wahrgenommen oder durch einen Schreibapparat aufgezeichnet werden. Diese Umformung ist nötig, weil die elektrischen Schwingungen, deren Wechselzahl mehrere Hunderttausend bis über eine Million p. S. beträgt, viel zu schnell verlaufen, als daß das menschliche Ohr oder irgendein anderer Mechanismus, der merkliche Trägheit besitzt, ihnen zu folgen vermöchte.

Die übliche Detektorkonstruktion besteht aus einem geeigneten Mineral und einer feinen Metallspitze, die das Mineral mit sanftem Druck berührt (Fig. 1). Der Übergangswiderstand ist beträchtlich und

---

1) Vgl. Centralblatt für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie Nr. 18, 19; Jahrgang 1911.

hängt in hohem Maße von der Richtung des hindurchgeschickten Stromes ab. Häufig beträgt er in der einen Richtung mehr als das Doppelte desjenigen der anderen. So wurden von mir an einem Detektor, dessen wirksame Teile aus einem Bleiglanzwürfel und einer Silberspitze bestanden, Widerstände von 11000 und 5100 Ohm festgestellt.

Hieraus ergibt sich, daß die Einrichtung wie ein Gleichrichter wirken kann. Ob dieser Effekt zustande kommt, hängt freilich, insofern schnelle Schwingungen in Frage kommen, noch davon ab, ob die Berührungsstelle ihren Widerstand auch in dem schnellen Tempo der Hochfrequenzströme zu ändern vermag. Wie die Erfahrung lehrt, ist dies der Fall. Es scheint, als ob wegen der winzigen Masse der Berührungsstelle keine schädlichen Trägheitserscheinungen auftreten. Zu beachten ist allerdings, daß der Druck, mit dem die Elektroden sich berühren, auch in Wirklichkeit sehr klein ist und richtig einreguliert wird. Bei stärkerem Zusammenpressen verschwindet nämlich die Detektorwirkung, offenbar, weil dann größere Massen ins Spiel kommen, deren Trägheit sich geltend macht.

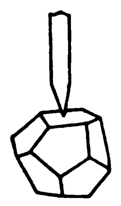


Fig. 1.

Nicht jedes Mineral ist als Detektor geeignet. Die Fähigkeit hierzu hängt von der chemischen Zusammensetzung und der sonstigen Beschaffenheit der verwendeten Substanzen ab. Irgendwelche Anhaltspunkte oder Regeln, nach denen die Wellenempfindlichkeit beurteilt werden könnte, haben sich freilich bisher nicht ermitteln lassen. Nur das eine scheint festzustehen, daß die Sulfide und Oxyde eine bevorzugte Stellung als Detektoren einnehmen, während z. B. die Silikate wohl sämtlich wirkungslos sind. Unter den chemischen Elementen gehört Silicium zu den besten Detektoren.

Auch sonst begegnet man bei der Durchforschung der Mineralien auf Wellenempfindlichkeit mancherlei Eigentümlichkeiten. So erwies sich ein Eisenkies aus Chile als ein ausgezeichneter Detektor, während ein Kristall von der Insel Elba von mäßiger Wirkung war und ein schwedischer gänzlich versagte. Anatas aus dem Binnental im Kanton Wallis zeigt keine Spur von Wellenempfindlichkeit, die dunkelfarbigen Stücke desselben Minerals aus dem Tavetsch in Graubünden und aus Minas Geraes in Brasilien hingegen werden von anderen Mineralien kaum übertroffen. Unter den Brookiten reagierten bei meinen Versuchen nur die Stücke aus Magnet Cove in Arkansas auf elektrische Wellen. Dasselbe Verhalten beobachtet man bei einer großen Zahl

anderer Mineralien. Es scheint hiernach, als ob die geringen, mit dem Fundort variierenden Beimengungen von wesentlichem Einfluß auf die Wellenempfindlichkeit sind.

An anderen Mineralien wiederum macht man die interessante Beobachtung, daß eine schwache Gleichstromspannung, die man über die Hochfrequenzströme lagert, imstande ist, ihre Indifferenz zu beseitigen. Sehr deutlich zeigt sich diese Erscheinung bei Iserin von der Iserwiese, der ohne Hilfsstrom nur eine geringe Spur von Wellenempfindlichkeit aufweist, bei Reizung mit $^1/_2$—1 Volt aber zu einem ausgezeichneten Detektor wird. Hilfsspannungen von $^1/_{10}$ Volt sind sehr häufig auch bei sonst schon guten Detektoren von Nutzen.

Die auffälligste Erscheinung ist wohl die, daß selbst die Richtung der Gleichstromimpulse nicht ohne weiteres angegeben werden kann. Denn bei Änderung des Berührungsdruckes, Wahl einer anderen Stelle am Mineral oder einer vorübergehenden stärkeren Erregung mit Schwingungen tritt häufig ein Umschlag des Zeigers in dem Galvanometer ein, das den Gleichstrom mißt.

Von der Technik werden drei Anforderungen an einen guten Detektor gestellt:

a) Er soll hochempfindlich sein.
b) Er soll seine Wirksamkeit bei Überlastung mit Hochfrequenzströmen nicht verlieren.
c) Der Berührungsdruck darf nicht zu kritisch sein.

Des Verfassers Bemühungen, ein Mineral ausfindig zu machen, das diesen Bedingungen möglichst vollkommen entspricht, wurden in letzter Zeit wesentlich gefördert durch das Entgegenkommen der Herren Geheimrat Prof. Dr. Liebisch und Prof. Dr. Nacken, die für diese Studien die Sammlung des Mineralogischen Museums zugänglich machten und Verfasser auf ihrem Fachgebiete mit Ratschlägen in dankenswerter Weise unterstützten. Eine experimentelle Untersuchung über die elektrischen Eigenschaften des Zinnerzes, die auch die Frage der Wellenempfindlichkeit umfaßt und das eigenartige Verhalten dieses Minerals durch seinen Schichtenbau und die durch Verschiedenheiten der Färbung verratene wechselnde chemische Zusammensetzung erklärt, ist von dem ersteren vor kurzem veröffentlicht worden[1].

Der Aufbau eines Apparates, der für solche Untersuchungen not-

---

1) Th. Liebisch, Über den Schichtenbau und das elektrische Verhalten des Zinnerzes. Sitzungsber. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. 1911, S 414.



wendig ist, ist nun für denjenigen, der der Hochfrequenztechnik fremd gegenübersteht, nicht ganz einfach auszuführen. Namentlich bereitet die Empfängerschaltung einige Schwierigkeiten.

Um die Durchforschung dieses Gebietes zu erleichtern, hat Verfasser ein Instrumentarium zusammengestellt, das alle erforderlichen Apparate in übersichtlicher Anordnung enthält. Es besteht aus zwei Teilen, dem Sender, mit dem die elektrischen Schwingungen erzeugt werden, und dem Empfänger, der sie aufnimmt und dem Detektor zuführt.

Der Sender.

Wenngleich im Grunde alle Methoden zur Erregung elektrischer Schwingungen für den vorliegenden Zweck verwendbar sind, so erzeugen doch die meisten von ihnen unnötig starke Energiemengen, die den Detektor überreizen und unbrauchbar machen. Eine Ausnahmestellung nimmt die Methode der Stromunterbrechung in einem geschlossenen Kondensatorkreise ein. Erregt man die Schwingungen mit Hilfe von Elementen, deren Strom durch die Selbstinduktion des Kondensatorkreises geleitet und von einem Selbstunterbrecher geöffnet und geschlossen wird, so erhält man Schwingungen von passender Stärke. Diese Schwingungsart besitzt ferner den Vorzug geringer Dämpfung, so daß scharfe Resonanzwirkungen erzielt werden.

Fig. 2 veranschaulicht die Schaltung[1]) in ihrer einfachsten Form.

Nach der Theorie von W. Thomson[2]) ist die Zeitdauer einer Schwingung durch die Formel

$$T = 2\pi\sqrt{CL}$$

gegeben.

1) Nach dem zuerst von G. Eichhorn angegebenen Schaltungsprinzip für Stoßerregung schwach gedämpfter Schwingungen (ehem. D. R. P. 157056).
Die Redaktion.

2) Phil. Mag. (4) 5, 393, 1855.

Die Thomsonsche Theorie behandelt den Fall, daß die Energie ursprünglich im Kondensator angehäuft ist und sich bei Schließung des Kreises ausgleicht. Die Grenzbedingungen sind also andere als in unserem Fall. Schwingungsdauer und Dekrement werden dadurch nicht berührt, wohl aber der Ausdruck für die Amplituden. In unserem Fall gilt für die Spannung am Kondensator die Formel

$$E = e^{-at}\sqrt{E_0^2 + \left(\frac{J_0}{\omega C} - \frac{\alpha E_0}{\omega}\right)^2}\cos(\omega t - \chi)$$

oder mit großer Annäherung



Ein Maß für die Schnelligkeit des Abfalls der Amplituden erhält man in dem Dämpfungsfaktor

$$\alpha = \frac{w}{2L}$$

(w Widerstand der Spule) oder genauer in dem logarithmischen Dekrement

$$\gamma = \frac{wT}{2L}$$

Um eine rhythmische Folge von Schwingungszügen zu erhalten, wird bei unserem Instrumentarium der Schalter U durch einen elektro-

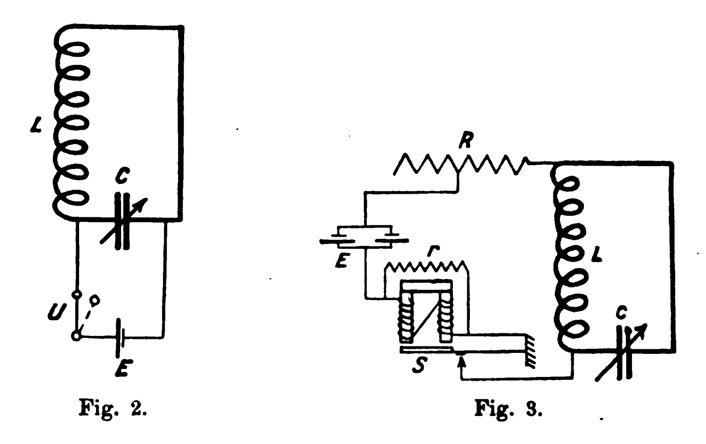


Fig. 2. Fig. 3.

magnetischen Selbstunterbrecher S ersetzt (Fig. 3). Ferner ist ein Regulierwiderstand R vorgesehen, der entsprechend der Abnutzung der Elemente mehr oder weniger eingeschaltet wird. Der kleine Widerstand r, der parallel zu den Magnetwindungen liegt, hat den Zweck, den Öffnungsfunken an der Unterbrechungsstelle zu unter-

$$E_0 = J e^{-\alpha t} \sqrt{\frac{L}{C}} \sin \omega t$$

Hierin bedeuten J_0 den Strom in der Spule und E_0 die Spannung am Kondensator zur Zeit der Stromunterbrechung,

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Die Schwingungen sind also um so kräftiger, je größer die Selbstinduktion der Spule und der unterbrochene Strom sind.

drücken. Er ist notwendig, weil bei Funkenbildung die Stromunterbrechung nicht plötzlich genug geschieht, und die schnellen elektrischen Schwingungen sich dann nicht frei entwickeln können.

Fig. 4 zeigt die Formgebung und den Zusammenbau der einzelnen Teile des Senders. Durch Umlegen des vorn in der Mitte sichtbaren

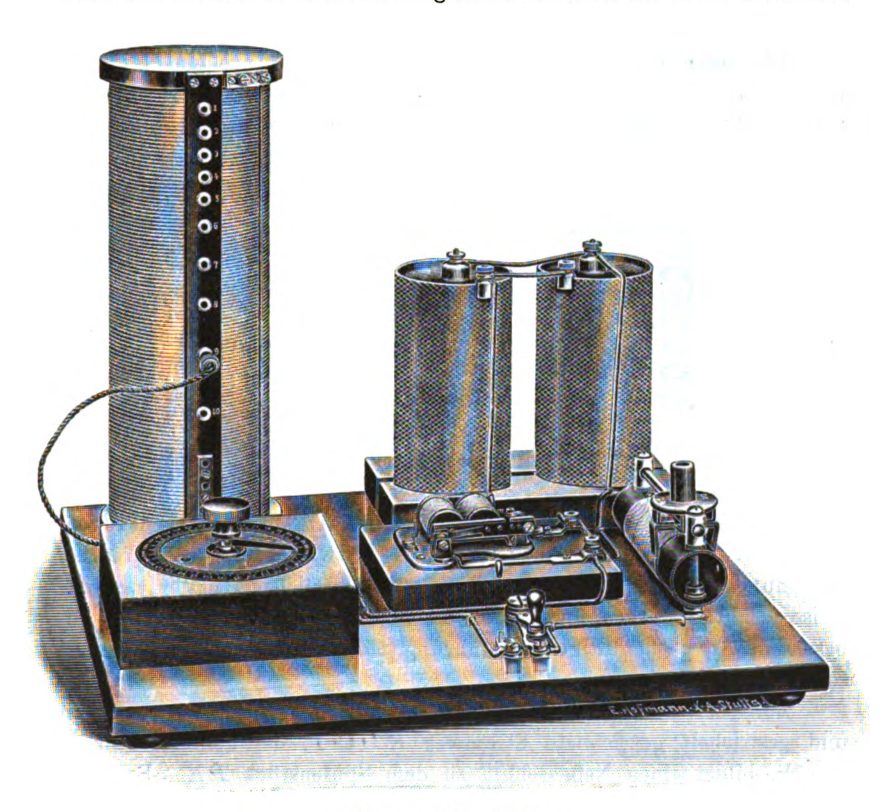


Fig. 4. Der Sender.

Schalters nach links wird der Gleichstrom geschlossen und der Selbstunterbrecher in Betrieb gesetzt. Die in der linken hinteren Ecke hervorragende Selbstinduktionsspule ist mit einer Hartgummileiste versehen, in die Stöpselbuchsen eingelassen sind. Sie sind mit den hinter ihnen liegenden Drahtwindungen verlötet, so daß einzelne Windungsgruppen aus dem Hochfrequenzkreise ausgeschaltet werden können. Auf diese Weise wird eine stufenweise Änderung der Schwin-

gungsdauer ermöglicht. Die gleichmäßige Veränderung der Schwingungszahl bzw. Wellenlänge erfolgt mittels eines Drehkondensators von besonders einfacher Bauart. Er ist unmittelbar vor der Selbstinduktionsspule angeordnet.

Der Empfänger.

Die Basis des Empfängers bildet wieder ein aus einem gleichmäßig veränderlichen Kondensator C und einer stufenweise regulierbaren Selbstinduktionsspule L bestehender, geschlossener Schwingungskreis. In der Fig. 5 wird er durch die stark ausgezeichneten

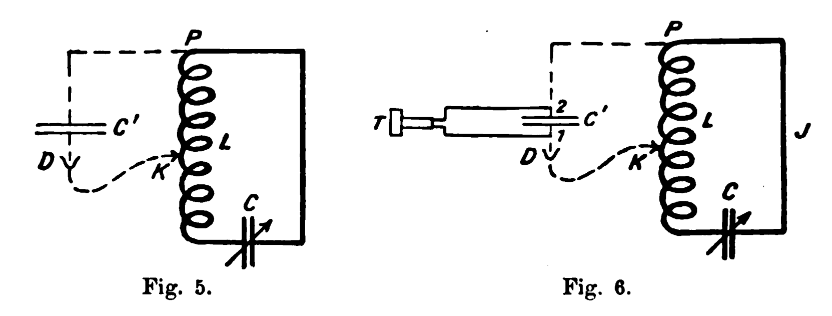


Fig. 5. Fig. 6.

Linien dargestellt. An ihn schließt sich eine Anzahl von Nebenkreisen, Apparaten und Schaltorganen an. Die Entwickelung der Versuchsanordnung möge, um die Darstellung übersichtlich zu halten, schrittweise erläutert werden, indem für die hinzukommenden Teile stets ein besonderes, der endgültigen Ausführung näher kommendes Schaltungsschema gebracht wird.

Zunächst sei noch einmal auf Fig. 5 verwiesen. Der schwach und gestrichelt gezeichnete Stromweg $KDC'P$, der den Detektor D enthält, bildet einen Nebenschluß zu dem Spulenstück PK. Es fließt daher nur ein Teil des Stromes J des geschlossenen Schwingungskreises durch den Detektor D, und zwar ist dieser Teilstrom um so geringer, je näher der Kontakt K an P liegt. Diese Verlegung des Detektors in einen Nebenschluß ist notwendig, weil der Hauptkreis bei direkter Einschaltung des Detektors derartig stark gedämpft werden würde, daß Resonanzeffekte nicht zustande kommen. Es gibt eine günstigste Stellung des Kontaktes K, bei der die Lautstärke ein Optimum wird. Das Zustandekommen desselben erklärt sich dadurch, daß einerseits bei zu großer Annäherung des Kontaktes K an P dem Detektor sehr wenig Energie zugeführt wird, andererseits bei zu großer

Entfernung der Detektor von einem sehr starken Teilstrome durchflossen wird, wodurch die Dämpfung der gesamten Anordnung unzulässig groß wird. Zwischen beiden Extremen gibt es eine Mittelstellung des Kontaktes K, bei dem die Energieaufnahme des Detektors ein Maximum wird.

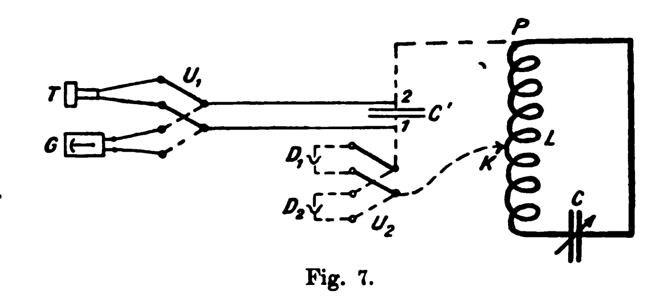


Fig. 7.

Fig. 6 stellt eine weitere Stufe in der Entwickelung der Schaltung dar. Parallel zu dem Kondensator C' ist ein Telephon T gelegt worden. Es ist nunmehr ein neuer Stromweg zu unterscheiden, in dem die Gleichstromimpulse fließen. Der Kreis $KD1\ T2\ PK$ stellt ihren Lauf dar.

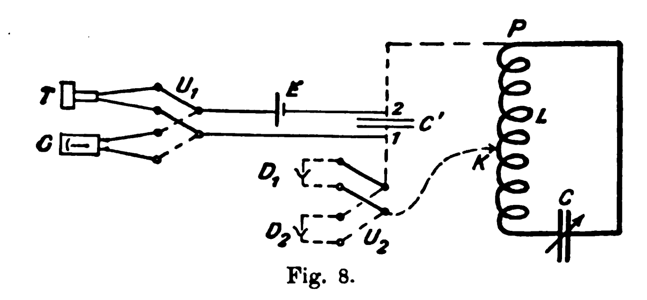


Fig. 8.

Der Kondensator C' hat eine doppelte Aufgabe zu erfüllen. Die hochfrequenten Schwingungen, die den Detektor erregen, läßt er nahezu ungehindert passieren und bewirkt dadurch, daß sie die zahlreichen Windungen des Telephons nicht zu durchfließen brauchen, wo sie nutzlos gedämpft werden würden; für die Gleichstromimpulse dagegen verhält er sich praktisch wie ein unendlich hoher Widerstand und zwingt sie, ihren Weg durch das Telephon zu nehmen.

Um das Telephon T durch ein Galvanometer G ersetzen zu

können, ist, wie Fig. 7 zeigt, ein doppelpoliger Umschalter U_1 vorgesehen. Ein zweiter, gleichartiger Umschalter U_2 gestattet den zu untersuchenden Detektor D_1 gegen einen anderen D_2 auszutauschen.

Fig. 8 stellt den Fall dar, daß der Detektor durch eine Gleichstromspannung E gereizt wird. Da indessen im allgemeinen die volle Spannung eines Elementes zu hoch ist, wird gemäß Fig. 9 das Element durch einen Widerstand W, der einen Gleitkontakt g trägt, geschlossen, so daß jede gewünschte Teilspannung verfügbar wird. Das so entstehende Potentiometer wird durch den Polwechsler U_3 und den Ausschalter A vervollständigt. Der Polwechsler ist vorgesehen,

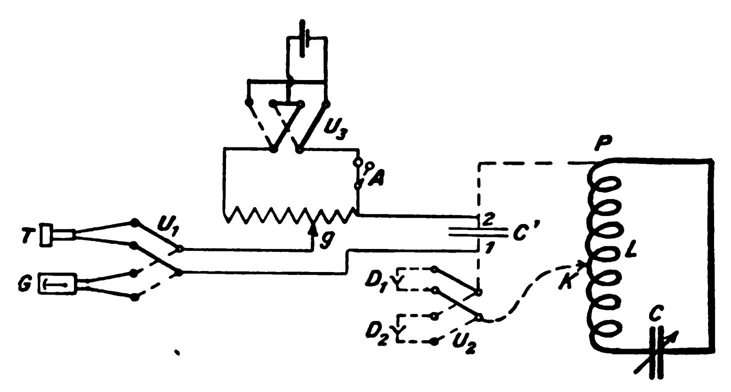


Fig. 9. Vollständiges Schaltungsschema des Empfängers.

weil bisweilen die Polarität der an den Detektor gelegten Gleichstromspannung von Bedeutung ist.

In welcher Weise die einzelnen Empfangsapparate zusammengebaut sind, zeigt Fig. 10.

Die Selbstinduktionsspule L und der Kondensator C sind von derselben Bauart wie die des Senders. Man erhält daher Resonanz, wenn die Gradstellungen des Kondensators und die Zahl der eingeschalteten Windungen der Spule einander gleich sind.

Links von der Selbstinduktionsspule liegt der Blockierungskondensator C', daneben das Element, unmittelbar vor dem letzteren der Potentiometerwiderstand W, rechts davon das Galvanometer G; in dem übrigbleibenden freien Raum liegen die beiden Umschalter U_1, U_2, der Polwender U_3 und der Ausschalter A.

In der rechten vorderen Ecke erkennt man ein metallenes Stativ



Fig. 10. Der Empfänger.

von eigenartiger Bauart und vor dem Grundbrett eine Pinzette nebst einem Metallstift, der in einen Hartgummigriff eingelassen ist.

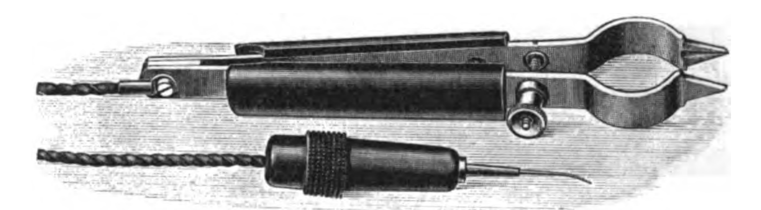


Fig. 11. Pinzette und Stift für die Voruntersuchung.

Dieses Stativ und die Pinzette sind in Fig. 11 u. 12 noch einmal dargestellt.

Wer sich der Durchforschung der Mineralien auf Wellenempfind-

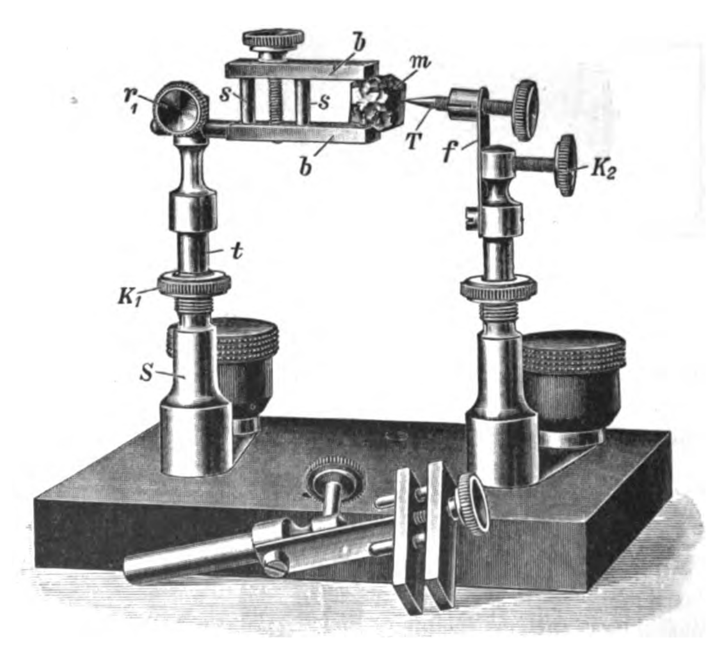


Fig. 12. Stativ zum Einspannen der Mineralien.

lichkeit widmet, wird den Wunsch haben, zunächst einmal durch einen raschen, orientierenden Versuch feststellen zu können, ob ein Mineral überhaupt wellenempfindlich ist. Wenn dies der Fall ist, wird er

eine nähere, sorgsamere Prüfung nach der quantitativen Richtung hin folgen lassen.

Die Pinzette und der Metallstift gestatten nun eine sehr schnelle Erledigung der Voruntersuchung. Kleinere Kristalle nimmt man zwischen die scharf zulaufenden Spitzen, größere Stücke zwischen den dahinter liegenden ausgebuchteten Hals der Pinzette und betupft sie ringsherum mit dem Metallstift. Will man die Untersuchung etwas länger ausdehnen, so klemmt man die Pinzette mittels der hinter dem Hals liegenden Schraube fest.

Die nicht isolierten Teile der Pinzette oder des Stiftes dürfen nicht berührt werden, da dadurch der Körper des Experimentators mit dem Schwingungskreise verbunden wird, wodurch die elektrischen Vorgänge in den Hochfrequenzkreisen in schwer kontrollierbarer Weise abgeändert werden.

Unter Umständen ist es erwünscht, zwei Mineralien zur Berührung zu bringen. In solchem Falle wird der Stift mitsamt seinem Träger aus der Bohrung des Ständers entfernt und durch eine Einrichtung ersetzt, welche gleichfalls Klemmbacken zur Aufnahme eines Minerals und eine Feder zur Regulierung des Druckes besitzt. In der Fig. 12 ist die Einrichtung vorn unten erkennbar. E.

(Eingesandt 1. März 1912.)

Patentschau.

Von **H. Eales.**

Das Patent Nr. 254176 von Robert Krause in Berlin betrifft eine abgeschlossene Funkenstrecke zur Erzeugung elektrischer Schwingungen. Die Elektroden *a* (Fig. 1) sind dabei in einem entsprechend unterteilten Gehäuse *c* einander frei gegenüberstehend und vom Gehäuse isoliert untergebracht, wobei der Abstand der Elektroden durch zwischen den Gehäuseteilen *c* angeordnete Zwischenlagen (*d*) bestimmt wird. Jede Elektrode ist dabei mit einem entsprechend bemessenen Gehäuseteil verbunden, derart, daß sie mit ihm eine Einheit bildet, und zwar sind die Zwischenelektroden mit Gehäusemantelstücken von entsprechender Ausdehnung unter Zwischenschaltung von Isolierkörpern *b* verbunden. Die Isolierkörper der Zwischenelektroden können auch aus

Ringen bestehen (Fig. 2), die je in eine Umfangsnut f der Elektroden eingreifen. Äußere oder innere Ringe e bzw. e' dienen zum Zentrieren der einzelnen Gehäuseteile.

Hans Boas hat sich durch Patent Nr. 254175 eine Funkenstrecke zur Erzeugung stark gedämpfter Schwingungen schützen lassen.

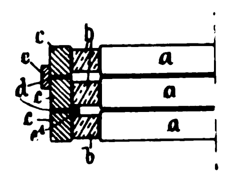


Fig. 1.

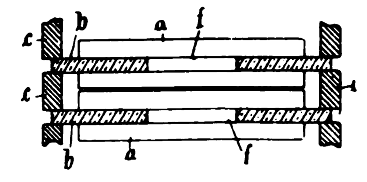


Fig. 2.

Die Kennzeichen bestehen darin, daß die Elektroden aus sehr schwer schmelzbarem Metalle, wie Platin-Iridium, bestehen, eine sehr kleine, vom Funken völlig ausgefüllte Fläche von höchstens 10 mm Durchmesser und einen Abstand von höchstens 0,05 mm besitzen. Mit dieser Anordnung soll es möglich sein, einen kritischen Koppelungsgrad von mindestens 30 Prozent zu erhalten.

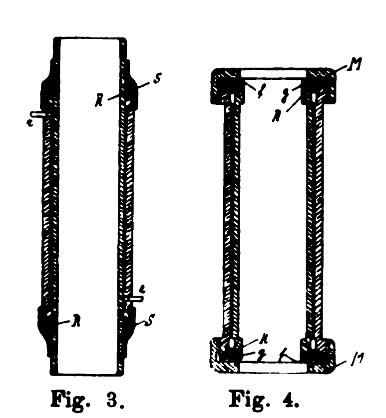


Fig. 3. Fig. 4.

Das D. R. P. Nr. 253117 von Dr. Georg Seibt in Berlin-Schöneberg betrifft eine Löschfunkenstrecke, bestehend aus zwei ineinandergeschobenen dünnwandigen Metallrohren, deren Abstand durch isolierende Ringe (R in Fig. 3) gewahrt und dessen Stirnenden z. B. mittels eines Schlauches aus isolierendem Material (S in Fig. 3) dicht abgeschlossen werden. Die Dichtung kann auch nach Fig. 4 durch Gummischeiben g g, Zwischenlegescheiben f f aus isolierendem Material und Überwurfmuttern M M bewirkt werden. Eine Serienanordnung derartiger Löschfunkenstrecken erfolgt entweder in der Weise, daß die einzelnen Elemente von Rahmen getragen und leicht ausgewechselt werden können, oder die einzelnen Elemente werden von Rahmen getragen und diese Rahmen können ausgewechselt werden. Baut man die Rohre vertikal auf, so tritt bei Erhitzung die bekannte Schornsteinwirkung auf, d. h. es streicht, ohne daß künstliche Mittel an-

gewendet werden, ein Luftstrom durch das innere Rohr. Diese Wirkung kann noch dadurch gesteigert werden, daß man das innere Rohr durch Aufsätze, die aus leitendem oder nicht leitendem Material bestehen können, verlängert, so daß die Kühlenwirkung gesteigert wird.

R. Nirenberg in St. Petersburg hat ein Patent Nr. 254828 erhalten auf einen hydraulischen Selbstunterbrecher für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Die Anordnung ist aus Fig. 5 zu ersehen, die Schaltung aus Fig. 6. *1* ist der hydraulische Selbstunterbrecher, der aus dem Vibrations- oder Verschlußkörper *2* und einem mit Druckmittel gefüllten Druckkörper besteht, an welch

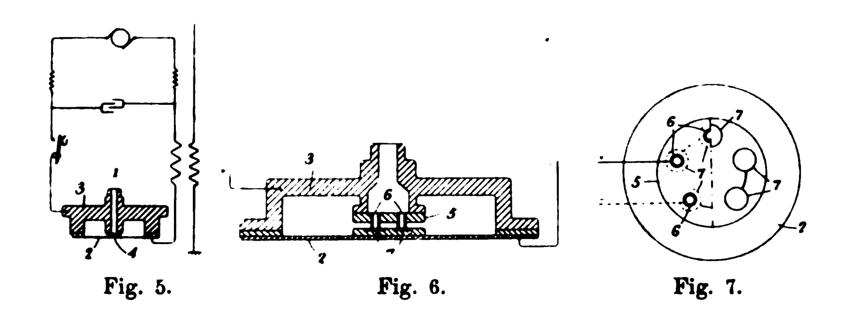


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

letzterem der Vibrationskörper *2* elektrisch nicht leitend befestigt ist. *4* ist das Mundstück der Austrittsstelle des Druckmittels, *5* eine aus Isolationsmaterial hergestellte Verschlußscheibe; *6*, *6* sind stromleitende Röhren und *7*, *7* Metallstücke. Das Wesen dieses Unterbrechers besteht darin, daß der Druckkörper mit mehreren Austrittsöffnungen *6*, *6* für das Druckmittel und das Vibrationsglied *2* mit mehreren Verschlußplatten *7*, *7* für die Austrittsöffnungen ausgerüstet ist, und daß die Austrittsöffnungen wie auch die Verschlußplatten gegeneinander isoliert sind und im übrigen, wie aus Fig. 7 ersichtlich, hintereinandergeschaltet werden, so daß eine Anzahl hintereinandergeschalteter Funkenstrecken resultiert, wobei das Druckmittel gleichzeitig in vorzüglicher Weise zur Funkenlöschung dient.

Eine ein- oder mehrphasige Gleichpolwechselstrommaschine höherer Frequenz (500—5000 Perioden) betrifft das D. R. P. Nr. 254782 von Carl Schiktanz in Charlottenburg. Die Kennzeichen bestehen darin, daß die induzierten Wickelungen des aus einer größeren Anzahl aufeinanderliegender ringförmiger Blechschalen bestehenden Ständers (Stators) in der Hauptsache in Nuten untergebracht sind, welche sich von der

Mittelebene des in bekannter Weise quer zur Achse geteilten Ständers aus nach beiden Seiten erstrecken.

Dr. W. Burstyn in Berlin hat sich durch D. R. P. Nr. 250686 ein Verfahren zur Erzeugung von schnellen elektrischen Schwingungen oder Stromstößen schützen lassen, bei dem ein oder mehrere Kondensatoren durch einen mechanischen Umschalter abwechselnd geladen und entladen oder umgeladen werden. Die Kennzeichen bestehen darin, daß die Periodenzahl des Umschalters das Vielfache der Periodenzahl eines gut hörbaren Tones beträgt, während als Betriebsstrom ein Wechselstrom oder pulsierender Strom einer gut hörbaren Periodenzahl benutzt wird.

Das D. R. P. N. 254463 von E. von Lepel in Paris betrifft eine Schaltungsweise zur Erzeugung schneller elektrischer Schwingungen aus Gleich- oder Wechselstrom mittels eines Erzeugers nach Patent Nr. 232174 (siehe Jahrb. **4**, S. 552). Die Kennzeichen dieser Schaltung bestehen darin, daß dem Erzeuger zwei elektrische Kreise von verschiedener Eigenschwingung (Arbeitskreis und Hilfskreis) parallel liegen, wobei nur dem Arbeitskreis Leistung entzogen wird. Der Hilfskreis soll dabei auf einen Oberton des Arbeitskreises abgestimmt sein.

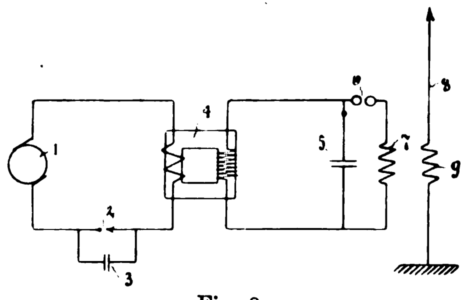


Fig. 8.

Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin hat ein D. R. P. Nr. 254524 erhalten auf eine Anordnung zur Erzeugung von elektrischen Schwingungen durch unterbrochenen Gleichstrom. Die Anordnung ist in Fig. 8 dargestellt, in der *1* eine Gleichstrommaschine, *2* einen Unterbrecher (rotierender Unterbrecher mit Lamellen und Schleifringen), *3* einen zum Unterbrecher parallel geschalteten Kondensator, *4* einen magnetisch geschlossenen Transformator, *5*, *6*, *7* den Schwingungskreis mit Löschfunkenstrecke und *8*, *9* den Antennenkreis bezeichnen. Durch die Verwendung eines Transformators (*4*), dessen Streuung geringer ist als die eines gewöhnlichen Induktors, also z. B. durch Verwendung eines magnetisch geschlossenen Transformators unter gleichzeitiger Verwendung eines primären Schwingungskreises mit schnell erlöschenden Funken, z. B. der Wienschen Funkenstrecke oder der Rendahlschen Quecksilberdampflampe soll die Funkenbildung am

Unterbrecher vermieden werden. Von den Lamellen des Unterbrechers (Kollektors) sollen je nach dem Verhältnis der Öffnungszeiten zu den Schließungszeiten jede dritte, vierte usw. Lamelle miteinander verbunden und zu einem gemeinsamen Schleifring geführt sein.

Eine andere Anordnung derselben Gesellschaft zur Unterbrechung von Gleichstrom mittels Kollektoren betrifft das D. R. P. Nr. 254586. Die Kennzeichen bestehen darin, daß mehrere hintereinandergeschaltete und mit Schleifringen *5*, *5* gekuppelte Kollektoren *2*, *2* (Fig. 9) benutzt werden, die den Stromkreis synchron oder nahezu synchron unterbrechen, so daß auf jede Unterbrechungsstelle entsprechend der Zahl der Kollektoren nur ein geringer Teil der Gesamtspannung entfällt.

Die Bürsten *3*, *3*, *6*, *6* sollen dabei so zu den Kollektoren angeordnet sein, daß der Stromübergang von Bürste auf Kollektor an allen Berührungsstellen in derselben Richtung erfolgt, da hierdurch ein ungleichmäßiges Abbrennen der Bürsten verhindert wird, und zwar soll zweckmäßig die Polarität so gewählt sein, daß von den beiden verschieden schnell abbrennenden Elektroden, nämlich dem Kollektor und der Bürste, die Bürste schneller abbrennt, da diese leicht ausgewechselt werden kann.

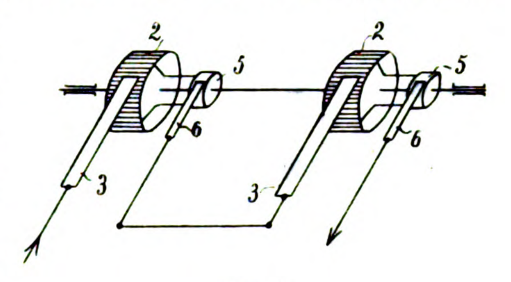


Fig. 9.

Der bekannte Sendeapparat für selbsttätige elektrische Signalgebung von Peder Oluf Pedersen in Frederiksberg (Dänemark), der bereits im Jahrb. **4**, S. 524 beschrieben ist, ist durch D. R. P. Nr. 246910 geschützt worden.

Eine Anordnung zum Parallelschalten mehrerer Mikrophone für Betrieb mit hochfrequenten Wechselströmen betrifft das D. R. P. Nr. 254464 der C. Lorenz-Aktiengesellschaft in Berlin. Die Schaltung ist in Fig. 10 dargestellt; vor jeden Mikrophon M_1 M_2 M_3 ist ein Wechselstromwiderstand W_1 W_2 W_3 geschaltet, der so groß gewählt ist, daß eine Überlastung des Mikrophons sicher vermieden wird. Die Schaltung kann auch nach Fig. 11 abgeändert werden; hierbei sind Mikrophon M in mehrere Gruppen hintereinandergeschaltet, wobei die eine Gruppe kapazitive (C), die andere induktive (L) Wechselstromwiderstände erhält, deren resultierender Widerstand sich aufhebt. Eine derartige Anordnung

hat den Vorteil, daß man sie in ein abgestimmtes System einschalten kann, ohne daß das System dadurch verstimmt und ein Nachstimmen nötig wird.

Ein Verfahren zur Verbesserung der drahtlosen Telegraphie mit Ton und der drahtlosen Telephonie unter Verwendung von Hochfrequenzgeneratoren als Energiequelle betrifft das D. R. P. Nr. 253232 von Prof. Dr.-Ing. R. Goldschmidt in Berlin. Goldschmidt schlägt vor, dem im Rhythmus des Tones sich verändernden Wellenzuge einen

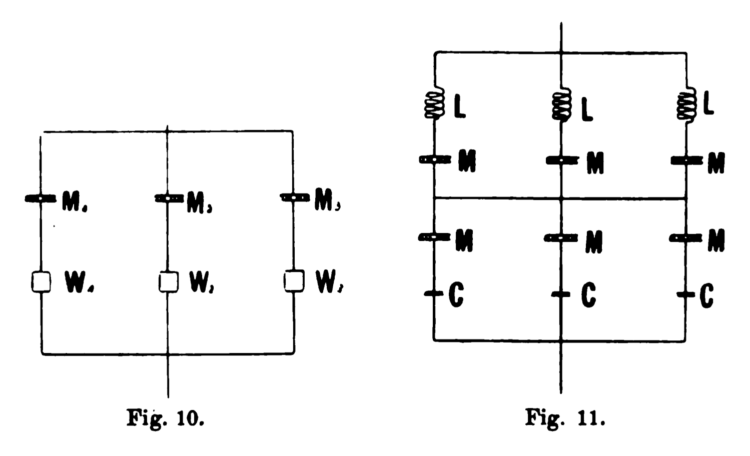


Fig. 10. Fig. 11.

gleichperiodigen und gleichphasigen Zug ungedämpfter Wellen zu überlagern.

Dr. Georg Seibt in Schöneberg-Berlin hat ein D. R. P. Nr. 249845 genommen auf eine Schaltungsweise für Empfangsstationen und ein Verfahren zum Betriebe derselben. Die Schaltung ist in Fig. 12 dargestellt. Die Antenne *I* ist über zwei Wege mit der Erde oder dem Gegengewicht verbunden; von diesen enthält der eine einen geschlossenen, auf die zu empfangenden Schwingungen vollständig oder angenähert abgestimmten Schwingungskreis *II*, während die Selbstinduktion *L III* und Kapazität *C III* des zweiten Weges zusammen mit der Antenne (und eventuell dem Gegengewicht) auf die zu empfangenden Schwingungen abgestimmt sind. Hierdurch soll erreicht werden, durch ungleiche Stromverteilung zwischen den beiden Wegen elektrische Störungen von dem den Detektor enthaltenden Zweig fernzuhalten.

Ein Empfangsverfahren für die drahtlose Nachrichtenübermittelung unter Verwendung von integrierenden Detektoren, welche in einem aperiodischen Kreis liegen, betrifft das D. R. P. Nr. 254383 der

Dr. Erich F. Huth G. m. b. H. in Berlin. Die Kennzeichen bestehen darin, daß die Selbstinduktion des aperiodischen Kreises mittels eines eingeschalteten Variometers stets derart eingestellt wird, daß der induktive Widerstand dieses Kreises gleich dem jeweiligen Ohmschen Widerstand des Detektors wird. Hierdurch soll ermöglicht werden, für jeden Zellenwiderstand ein Optimum der Zellenerregung herzustellen. Das Variometer kann in Wellenlängen geeicht sein, so daß die Empfangseinrichtung gleichzeitig als Wellenmesser verwendet werden kann.

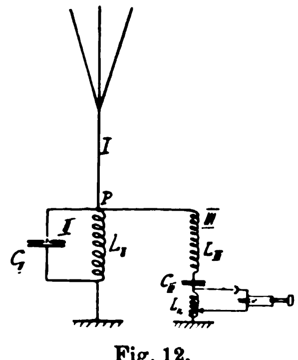


Fig. 12.

Das D. R. P. Nr. 252908 der C. Lorenz-Aktiengesellschaft in Berlin betrifft einen Blechkörper für die Hochfrequenztechnik, der aus einzelnen kleinen, miteinander durch einen Klebstoff verbundenen dünnen Blechstücken beliebiger Form gebildet wird, derart, daß große Tafeln entstehen. Es ist auf diese Weise möglich, unter Anwendung billigen Materials die für die Hochfrequenztechnik erforderlichen Apparate, wie Spulenkerne, Feld- und Ankerkörper usw. herzustellen.

Eine weitere Ausbildung dieses Blechkörpers betrifft das Zusatzpatent Nr. 255241 zu dem soeben genannten Patent Nr. 252908. Hiernach soll nur an den erforderlichen Stellen Eisen der besonderen Qualität verwendet werden, während im übrigen der Körper aus billigerem oder festerem Material zusammengeklebt wird.

(Eingesandt 15. Januar 1913.)

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

(Die Redaktion behält sich die Besprechung einzelner Werke vor.)

E. Monier, La télégraphie sans fil, la télémécanique et la téléphonie sans fil à la portée de tout le monde (préface du Dr. E. Branly). H. Dunod et E. Pinat, Éditeurs, Paris 1912.

L. Zehnder, Das Leben im Weltall. 2. Aufl. 1910. H. Lauppsche Buchhandlung in Tübingen. M. 1.50

— Die Mechanik des Weltalls. 2. Aufl. 1910. H. Lauppsche Buchhandlung in Tübingen. M. 1.50

— Die Entstehung des Lebens. 2. Aufl. 1910. H. Lauppsche Buchhandlung in Tübingen. M. 9.—

L. Zehnder, Grundriß der Physik. 1907. H. Lauppsche Buchhandlung in Tübingen. M. 7.—, geb. M. 8.—

Paul Müller, Lehrbuch der technischen Physik. I. Mechanik; II. Wärmelehre; III. Optik. Verlag von M. Krayn, Berlin 1912. Kompl. M. 6.50 (oder pro Band M. 2.50)

W. Ostwald, Die Energie (Sammlung Wissen und Können). 2. Aufl. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1912. Geb. M. 4.40

A E G-Zeitung, XV. Jahrg., Nr. 5. November u. Dezember 1912. XV. Jahrg., Nr. 7. Januar 1913.

Karl Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik. 8. Aufl. Verlag Julius Springer, Berlin. M. 18.—

Telefunken-Zeitung, Nr. 8. 2. Jahrgang. 1912.

Emil du Bois-Reymond, Lebensbild eines Naturforschers. 2. Aufl. Heft 8 der Humboldt-Bibliothek. D. W. Breitenbach, Verlag, Brackwede 1912. M. —.80

A. Galle, Mathematische Instrumente. (Sammlung Mathem.-Physikal. Schriften für Ingenieure und Studierende; herausgegeben von E. Jahnke. Heft 15.) Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1912. M. 4.40

L. Graetz (Herausgeber), Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Band II. Lieferung 1. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1912. M. 13.—

Hermann Zipp, Grundzüge der Elektrotechnik. 1. Teil. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1912. M. 6.—

P. Joh. Müller, Die Welträtsel im Lichte der neueren physikalisch-chemischen und astronomischen Forschung. Verlag von Karl Prochaska, Wien-Teschen-Leipzig 1912. M. 3.—

The Svedberg, Die Existenz der Moleküle. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1912. Brosch. M. 12.—, geb. M. 13.20

Emil Abderhalden (Herausgeber), Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung. Band VII. Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien und Berlin 1913. M. 15.—, geb. M. 17.—

J. Herrmann, Einführung in die Starkstromtechnik. III. Wechselstromtechnik. Sammlung Göschen Nr. 198. G. J. Göschensche Verlagshandlung, Berlin und Leipzig 1912. M. —.80

Gisbert Kapp, Elektrische Wechselströme. Leiners Technische Bibliothek. Band 6. Verlag Oskar Leiner, Leipzig 1911. M. 2.85, geb. M. 3.50

P. Gruner, Elementare Darlegung der Relativitätstheorie. 2. Aufl. Verlag K. J. Wyss, Bern 1913. Fr. 1 = M. —.80

Thor. G. Thörnblad, Trådlös Telegrafi. Verlag P. A. Norstedt & Söners, Stockholm 1912/13. 9 Hefte à 2 Kr.

J. Zenneck, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. 2. Aufl. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1913. M. 12.45, geb. M. 16.60

Georg Graf v. Arco, Drahtlose Telegraphie. Vortrag vor der 84. Jahresvers. d. Ver. D. Naturforscher u. Ärzte in Münster i. W. Sonderabdruck. Druck von August Pries, Leipzig 1912.

Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 1. Lieferung (enthaltend Bogen 1—10 des I. Bandes. Abbau—Algen). Verlag Gustav Fischer, Jena 1912. M. 2.50

Fritz Hoppe, Sammlung elektrotechn. Lehrhefte. Heft 1: Grundgesetze der allgemeinen Elektrizitätslehre 1908; Heft 2: Grundgesetze der Wechselstromtheorie 1909; Heft 3 u. 4: Prinzip u. Wirkungsweise der Technischen Meßinstrumente für Gleichstrom 1908 u. 1910; Heft 6: Widerstandsbestimmungen 1908; Heft 7: Strom-, Spannungs- und Leistungs-

messungen sowie Eichung von Instrumenten 1909; Heft 8 u. 9: **Messungen an Maschinen und Motoren für Gleichstrom 1909 u. 1910.** Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

The Marconigraph, Vol. II, Nr. 17—21, 1912; Nr. 22, 1913.

Fortschritte der Elektrotechnik. Herausgegeben von Karl Strecker. Das Jahr 1911. Viertes Heft. Verlag Julius Springer, Berlin 1912.

Albert Heim, Luftfarben der Landschaft. Mit 6 schwarzen Textbildern und 19 Tafeln in Farbendruck. Verlag Hofer & Co. A. G. Graph. Anstalt, Zürich 1912.

Hermann Zipp, Tabellen für die Elektrotechnik. Zum praktischen Gebrauch für Techniker, Werkmeister, Monteure, Werkstattarbeiter und Maschinisten. 3. vermehrte Aufl. Verlag von Oskar Leiner, Leipzig. Geh. M. 2.10, geb. M. 3.—

(Eingesandt 15. Januar 1913.

Literaturverzeichnis.

Adams, E. P. u. Heaps, C. W., Phil. Mag. **24** (6), Nr. 142, S. 507, 1912. Changes in the Dielectric constant produced by strain.

Addey, F., Electrician **70**, 586, 1912. Directive Wireless Telegraphy (Telefunken, Marconi, Bellini-Tosi).

Alexanderson, W., La Lum. Él. Tome XX (2), 152, 1912. Apparails à haute fréquence pour la télégraphie et téléphonie sans fil.

Allamet, M., L'Électricien Nr. 1143, 1144, 1145, 1912. Conférence internationale de l'heure.

Arco, Georg Graf v., Naturw. Rundschau Nr. 41, S. 527, 1912. Über drahtlose Telegraphie (Vortrag in Münster) (s. auch Separatabdruck Verh. Ges. D. Naturf. u. Ärzte, Leipzig 1912).

— Electrician **70**, 648, 1913. The efficiency of the arc.

Arkadiew, W., Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **44**, phys. T., 165—200, 1912 (russisch). Absorption elektrischer Wellen an zwei parallelen Drähten.

Bosler, J., Journ. de Phys., Nov. 1912, S. 877. Sur les relations des perturbations magnétiques avec les courants telluriques et les éruptions solaires.

Bouvier, P., La Lum. Él. Tome XX (2), 195, 1912. Remarques sur les essais du matériel destiné à un poste radiotélégraphique à résonance.

Branly, E., La Lum. Él., Tome XX (2), 268, 1912. Conductibilité intermittente des minces couches diélectriques.

Burstyn, W., Elektrot. Ztschr. **33**, 1109, 1912. Eine neue Schaltung für Selbstunterbrecher.

Campbell, Albert, Proc. Roy. Soc. Nr. A 597, 391, 1912. On the determination of the absolute unit of resistance by alternating current methods.

Chaffee, Elektrot. Ztschr. **33**, 75, 1912 (Ref. über Electrician **69**, 90, 1912). Eine neue Methode der Stoßerregung für ungedämpfte Schwingungen.

Chalmarès, G., La Nature Nr. 2066, S. 59, 1912. Comment on construit un détecteur pour T. s. F.

Chree, C., Electrician **70**, 313, 1912 Phenomena of terrestrial magnetism and the effect upon wireless telegraphy.

Duddel, W., Nature (London) Nr. 2247, 345, 1912. The borderland between electricity and other sciences, Wireless telegraphy and telephony (vgl. auch Electrician **70**, 256, 1912).

Eccles, W. H., Nature (London) Nr. 2250, S. 410, 1912. The bending of long electric waves round the globe.

— Electrician **70**, 522, 643, 1912. Trans-Pacific wireless transmission. The efficiency of the arc.

Esau, A., La Rev. Él. Nr. 217, S. 35, 1913. La mesure de la self-induction et de la capacité des antennes.

Fanta, Eduard, Elektrot. Ztschr. **33**, 1149, 1912. Hochfrequenzapparate für drahtlose Telegraphie (vgl. ebenda S. 659, Alexanderson).

Ferrié, G., Annuaire du Bureau des Longitudes 1912. Application de la télégraphie sans fil à l'envoi de l'heure.

Fleming, J. A., Nature (London) Nr. 2244, S. 262, 1912. The scientific theory and outstanding problems of wireless telegraphy.

Forest, Lee de, Electrician **70**, 357, 1912. Trans-Pacific wireless transmission (vgl. ebenda S. 522, W. H. Eccles).

Gáti, Béla, Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones, Sept. 1912 (Paris). Mesure de l'équilibre des circuits téléphoniques (vgl. auch La Lum. Él. Tome XX (2), 270, 1912.

Grotian, O., Ann. Phys. **39** (Heft 16), S. 1625, 1912. Die Wirkung von Strahlen auf das Telephon.

Grüneisen, G. u. Giebe, E., Phys. Ztschr. **13**, 1097, 1912. Anwendung des Dreiplattenkondensators zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten fester Körper (vgl. auch Ber. D. Phys. Ges. **14**, 921, 1912).

Hänni, A., Bull. Schweiz. Elektrot. Ver. Nr. 12, 1912. Über eine direkte Analyse von Wechselspannungen u. Wechselströmen (Niederfrequenz).

Hausrat, H., Helios Nr. 29, 30, 31, 41, 43, 44, 1912. Apparate und Verfahren zur Aufnahme und Darstellung von Wechselstromkurven und elektrischen Schwingungen.

Heaps, C. W., s. Adams, E. P.

Henry, L'Électricien Nr. 1135, S. 193, 1912. La station radiotélégraphique d'Aranjuez.

Herzfeld, K. F., Ann. Phys. Beibl. **36**, 1171, 1912. Ref. über Wien. Anz. S. 386, 1911 u. Wien. Ber. **120**, 2a, S. 1587, 1911. Über die Beugung von elektromagnetischen Wellen an gestreckten vollkommen leitenden Rotationsellipsoiden.

Hodgson, B., Phys. Ztschr. **13**, 1163, 1912. Diskussion über die wissenschaftliche Theorie und die noch offenen Fragen der drahtlosen Telegraphie auf der Versammlung der British Association for the advancement of science zu Dundee 4—11. Sept. 1912.

Huth, E. F., Helios (Export) **18** (Nr. 44), 2321, 1912. Doppeldrehplatten-Kondensatoren.

Hüter, W., Ann. Phys. **39** (Nr. 16), 1350, 1912. Kapazitätsmessungen an Spulen (Niederfrequenz; max. 400 Perioden).

Jacobsen, J. H., La Lum. Él. Tome XX (2), 7, 1912. Transformateur industriel de courant continu.

Jégou, Paul, C. R. Tome **155**, 773, 1912. Captation des ondes hertziennes par des antennes purement horizontales tendues au ras du sol et, par extension, utilisation des fils télégraphiques et téléphoniques d'abonnés.

Ives, J. C., Journ. of the Academy of Nat. Sciences of Philadelphia Vol. XV (2), 21. März 1912. On the radiation of energy.

Kaltenbach, P., Über das Verhalten von ionisierten Funkenstrecken in gekoppelten Kondensatorkreisen. Diss. Straßburg 1912.

Kennelly, A. E. u. Pierce, G. W., Electrical World **60**, Nr. 11, S. 560, 1912. The impedance of telephone receivers as affected by the motion of their diaphragms.

Klebitz, F., Ber. D. Phys. Ges. Heft 22, S. 1016, 1912. Zur Theorie der Dämpfungsmessungen elektrischer Schwingungskreise.

— Ann. Phys. **40**, 138, 1913. Die vollständige Lösung der Differentialgleichungen zweier magnetisch gekoppelter, konstant gedämpfter elektrischer Schwingungskreise.

Kimura, Shunkichi, Electrician **70**, 50, 95, 135, 1912. Design of a Radio-Telegraph station.

Kohlschütter, E., Ann. der Hydrographie und maritimen Meteorologie Dezember 1912. Die internationale Zeitkonferenz zu Paris vom 15.—23. Oktober 1912.

Kowalski, Josep de, Arch. d. sc. phys. et nat. Tome XXXIV, 289, 1912. Rayonnement et Matière.

Kuschewitz, P., Elektrot. Ztschr. **33**, 1348, 1912. Beseitigung von Überspannungen an Elektromagneten.

Lallemano, Ch., Rev. Sc. Nr. 17 (2), S. 513, 1912. Projet d'organisation d'un service international de l'heure. (Présenté, au nom du Bureau des Longitudes à la Conférence internationale de l'heure, Paris.)

Latour, M., La Lum. Él. Tome XX (2), 227, 1912. La génération industrielle des courants à haute fréquence.

Marchand, H., L'Électricien Nr. 1138, S. 245, 1912. Recherches sur la radiotélégraphie à grande distance (les expériences de L. W. Austin).

Marconi, Electric. Engineering Nr. 303, S. 576, 1912. The Marconi Agreement (vgl. auch Electrician **70**, 57, 1912. Imperial Wireless Telegraph Service).

Milner, S. R., Phil. Mag. Nov. 1912, S. 709. The current-potential curves of the oscillating spark and the mechanism of spark conduction.

Montpellier, J. A., L'Électricien Nr. 1146, S. 369, 1912. Réception des signaux horaires radiotélégraphiques aux Martigues.

— L'Électricien Nr. 1149, S. 1, 1913. Réception des signaux horaires radiotélégraphiques au Mans.

Mosler, H., Elektrot. Ztschr. **33**, 1068, 1280, 1912. Über die Wirkungsweise der Erdantennen (Diskussion mit W. Burstyn).

— Elektrot. Ztschr. **33**, 1134, 1912 (vgl. La Lum. Él. 7. XII. 1912). Atmosphärische Störungen in der drahtlosen Telegraphie.

Nicholson, J. W., Phil. Mag. Nov. 1912, S. 755. On the bending of electric waves round a large sphere.

Olshausen, G. R., Phys. Rev. **35**, 148, 1912. Note on absolute formulae for the mutual, inductance of coaxial solenoids.

Papalexi, N., Ann. Phys. **39**, 976, 1912. Über die Vorgänge in einem Wechselstromkreis mit elektrischem Ventil.

Petersen, Waldemar, Arch. f. Elektrot. **1**, 233, 1912. Wanderwellen als Überspannungserreger.

Pierce, G. W., s. Kennelly, A. E.

Plate, Otto, Techn. Rundschau (Berlin) Nr. 51, 1912. Die Zeitkontrolle durch drahtlose Telegraphie.

Radiotélégraphie, La Rev. Él. Tome XVIII, Nr. 211, S. 307, 1912. Convention radiotélégraphique internationale; règlement de service annexé à la Convention radiotélégraphique internationale.

Résumé de l'état actuel de la télégraphie et de la téléphonie sans fil. L'Électricien Nr. 1147, S. 388, 1912.

Reyval, J., La Lum. Él. Tome XX (2), 177, 1912. La Conférence internationale de l'Heure.

Rothé, E., C. R. Tome **155,** 1075, 1912. Sur la réception d'antennes au ras du sol.

Schering, Harald u. Schmidt, Rudolf, Elektrot. Ztschr. **33,** 1343, 1912. Technische Mitteilung über eine Neukonstruktion von Luftkondensatoren.

Stone-Stone, John, Journ. of the Franklin Inst. Oktober 1912. The practical aspects of the propagation of high-frequency electric waves along wires (vgl. auch Electrician **70, 266,** 1912).

Telefunken, Prometheus **24** (7), 97, 1912. Die drahtlose Telegraphie im Dienste der Luftschiffahrt zum Austausch von Nachrichten.

— Elektrot. Ztschr. **33,** 1220, 1912. Telefunken-Kompaß.

Thörnblad, Thor. G., Tradlös Telegrafi. Stockholm 1912.

Tissot, C., La Rev. Él. Tome XVIII, 392, 1912. Sur le calcul de la longueur d'onde obtenue en intercalant un condensateur dans une antenne.

Torikata, W. u. Yokoyama, E., Electrician **70,** 22, 1912. Utilisation of both waves emitted from closely coupled transmitters in radiotelegraphy (vgl. auch daselbst S. 230 eine theoret. Betrachtung hierüber von Louis Cohen) (vgl. auch La Rev. Él. Nr. 217, S. 28, 1913).

Touchet, E., La Nature Nr. 2060, S. 396, 1912. La Conférence Internationale de l'heure.

Tschudy, Wilh., Elektrot. Ztschr. **33,** 1091, 1912. (Korrespondenz mit E. F. Alexanderson) Hochfrequenzapparate für drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Villers, R., La Nature Nr. 2056, S. 334, 1912. La télégraphie sans fil sans étincelles système J. Béthenod.

Wagner, Karl Willy, Elektrot. Ztschr. **33,** 1289, 1321, 1912. Eine neue künstliche Leitung zur Untersuchung von Telegraphierströmen u. Schaltvorgängen.

Wien, M., Phys. Ztschr. **13,** 1034, 1912. Über die Anwendung von Luftresonatoren bei Telephontönen.

Wommelsdorf, H., Ann. Phys. Nr. 16 (Ergänzungsheft), 1201, 1912. Verbesserungen an Kondensatormaschinen (Influenzmaschinen).

Yokoyama, E., s. Torikata, W.

Zenneck, J., Phys Ztschr. **13,** 953, 1912. Über die Transformation eines Wechselstromes auf die dreifache Frequenz.

(Eingesandt 15. Januar 1913.)



Jahrbuch

der

drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Band 6. 1913. Heft 6.

Über die Ausbreitung Hertzscher Wellen an Metallen und Salzlösungen.

Von **Friedrich Erb.**

(Auszug aus der Braunschweiger Dissertation.)

Die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie ist theoretisch zuerst von Abraham[1]) untersucht worden unter der Voraussetzung einer vollkommen leitenden Erdoberfläche. Sein Resultat, daß die Energie mit dem reziproken Quadrat der Entfernung abnimmt, ist in der Praxis der drahtlosen Telegraphie über Seewasser verschiedentlich bestätigt worden, besonders durch Versuche von Duddell und Tylor[2]). Der Einfluß der unvollkommenen Leitfähigkeit, der sich in einer Energieabsorption und einer Neigung der Kraftlinien gegen die Vertikale ausdrücken muß, ist zuerst von Uller[3]) und Zenneck[4]) gezeigt worden; letzterer hat die Größe des Absorptionskoeffizienten und des Neigungswinkels quantitativ berechnet unter der Voraussetzung ebener Wellen. Allgemein wurde das Problem von Sommerfeld[5]) dargestellt für eine ebene Erdoberfläche, und es wurde von ihm gezeigt, daß gerade durch die begrenzte Leitfähigkeit sich neben den Raumwellen ein zweiter Wellentyp, die Oberflächenwellen, ausbilden müsse. Daß die Kugelgestalt der Erde für die drahtlose Telegraphie

---

1) Abraham, Phys. Ztschr. 2, 329, 1901; Theorie der Elektrizität 2, § 34.

2) W. Duddell und J. E. Tylor, Electrician 55, 260, 1905; C. Tissot, ebenda 56, 848, 1906.

3) K. Uller, Beiträge zur Theorie der elektromagnetischen Strahlung, Rostock 1903.

4) Zenneck, Ann. d. Phys. 23, 846, 1907.

5) Sommerfeld, ebenda 28, 665, 1909; Jahrb. 4, 157, 1911.

kein Hindernis bildet, wurde theoretisch von Poincaré[1]) und Nicholson[2]) untersucht, und in neuester Zeit hat March[3]) die Sommerfeldsche Theorie für eine kugelförmige Grenzfläche erweitert. Diese Theorien sind zwar zunächst im Hinblick auf die drahtlose Telegraphie ausgearbeitet, lassen jedoch prinzipiell auch eine Anwendung zu auf Verhältnisse, wie sie im Laboratorium mit kurzen Hertzschen Wellen hergestellt werden können. Im folgenden soll über einige Versuche berichtet werden, die die Ausbreitung Hertzscher Wellen an Metallen und an Salzlösungen verschiedener Konzentration betreffen. Es mag hier vorweg bemerkt werden, daß nicht in allen Punkten eine gute Übereinstimmung mit den Theorien erzielt werden konnte, was nur zum Teil darauf zurückzuführen sein dürfte, daß die Versuchsbedingungen nicht genau den Voraussetzungen der Theorie entsprechen.

Die Apparatur.

Um einigermaßen in Übereinstimmung mit den Verhältnissen der drahtlosen Telegraphie zu bleiben, war ein freistrahlender Sender, also ohne Energieverstärkung durch Parabolspiegel, erforderlich. Mit Rücksicht auf eine genügend große Reichweite kam es daher in erster Linie darauf an, einen sehr stark strahlenden Sender und einen äußerst empfindlichen und für Messungen hinreichend konstanten Empfänger zu besitzen. Erreicht wurde dieses Ziel beim Sender dadurch, daß der Funke in strömendem Petroleum überging und durch genaue Einstellung der günstigsten Funkenlänge, beim Empfänger durch einen Thermokreuzresonator, der sich ganz innerhalb eines hochgradig evakuierten Glasgefäßes befand, wodurch die Empfindlichkeit sich gegenüber dem nicht evakuierten Empfänger um ungefähr das 30 fache steigern läßt. Die Thermoströme wurden in einem Panzergalvanometer gemessen, der Sender war an einen Boasschen, durch 50 periodigen Wechselstrom gespeisten Induktor angeschlossen.

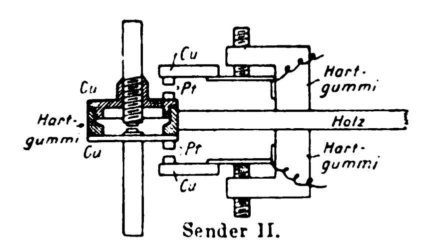
Zahlreiche Versuche über Material und Bauart des Senders führten schließlich zu der Konstruktion des Senders II nach Fig. 1: Das vollkommen geschlossene Petroleumgefäß besteht aus einem Hartgummiring und zwei Kupferscheiben, die gleichzeitig zur Kühlung und als Führung der Senderstäbchen dienen. Die Elektroden sind aus gerade abgeschliffenem Platin, die Einstellung der Funkenstrecke durch feines

1) Poincaré, Jahrb. 3, 445, 1910.

2) Nicholson, Phil. Mag., April—Juli 1910; Januar 1911.

3) March, Über die Ausbreitung der Wellen der drahtlosen Telegraphie auf der Erdkugel, Ann. d. Phys. 37, 29, 1912.

Gewinde ist sehr exakt, das Petroleum wird in Hartgummiröhrchen zu- und abgeführt. Neben diesem kam bei manchen Versuchen noch der ältere Sender I zur Verwendung, der auch mit Kühlscheiben und Platinelektroden ausgerüstet aber nicht so kompendiös gefaßt war; er wurde meist in Verbindung mit einem Planspiegel benutzt, der in einem Abstand von $^1/_4$ Wellenlänge dahinter angebracht war und die Zuleitungen abschirmte.



Sender II.

Fig. 1.

Dank der exakten Einstellung läßt sich mit Sender II der Zusammenhang zwischen Energie und Funkenlänge ermitteln (Fig. 2): Mit wachsender Funkenlänge nimmt die Energie stark ab.

Die Wellenlänge des Senders läßt sich durch einen Interferenzversuch mit Hilfe stehender Wellen bestimmen. In 2,70 m Entfernung

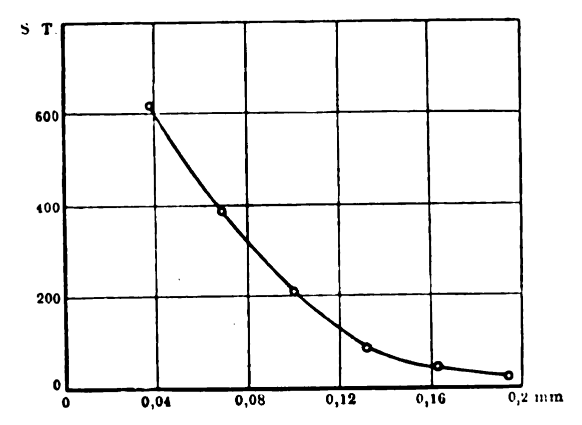


Fig. 2. Funkenlänge.

vom Sender reflektierte ein 1 qm großer Blechspiegel die einfallende Strahlung; in verschiedenen Abständen vom Spiegel wurde die Energie gemessen und die Resultate in Fig. 3 eingetragen.

Die Kurve zeigt zunächst die gleiche Verschiebung des ersten Maximums gegen den Spiegel, die von Lindmann[1]) beobachtet und auf die vom Empfänger ausgehende, am Spiegel reflektierte und wieder auf

1) K. F. Lindmann, Ann. d. Phys. 1, 824, 1902.

den Empfänger einwirkende sekundäre Strahlung zurückgeführt ist. Ferner ergibt sich die viertel Wellenlänge

$$^1/_4\,\lambda = 4{,}18, \quad \text{also} \quad \lambda = 16{,}72.$$

Die Senderlänge war 8 cm.

Die Empfänger bestanden aus zwei 30 mm langen, 5 mm breiten und 0,5 mm dicken Kupferblechen, die mittels eingeschmolzener Platinstifte auf einem Glasrohr befestigt waren. Die beiden Bleche ließen zwischen sich einen kleinen Abstand von 1,5 bis 2 mm, der durch

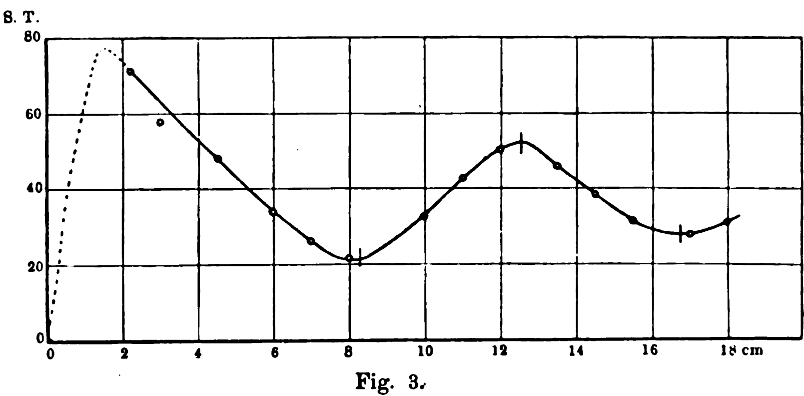


Fig. 3.
Sender I: Spiegelentfernung = 270 cm, Empfänger 6b, Höhe über Fußboden = 116 cm.

das Thermokreuz aus 0,015 mm starkem Konstantan- und Manganindraht überbrückt wurde. Die freien Enden des Thermokreuzes führten senkrecht ab zu Platindrähten, die in die äußere Glasumhüllung, die den ganzen Empfänger umgab, eingeschmolzen war. Das Ganze wurde unter Erhitzung auf etwa 140° C mindestens 12 Stunden lang evakuiert.

Außer dem einfachen wurde noch ein gerichteter Empfänger konstruiert, der die Richtung der Strahlung bis auf wenige Grad genau zu bestimmen gestattet. Er besteht aus fünf in einer Ebene stehenden, hintereinander geschalteten Einfachempfängern auf gemeinschaftlichem Glasrahmen, in der Schaltung nach Fig. 4. Die beiden Enden der Thermokreuze werden unter Zwischenschaltung einer „freien Lötstelle", Manganin—Konstantan, beiderseits mit Konstantan an die Platindrähte angeschlossen, um den Empfänger gegen äußere Temperaturschwankungen unempfindlicher zu machen. Da nämlich die dicken Einschmelzplatindrähte dem Gang der Zimmertemperatur langsamer folgen als die

dünnen Konstantan- und Manganindrähte, so müssen, damit die dadurch entstehenden Thermokräfte sich aufheben, die beiden Platinlötstellen gleich sein. Auch die einfachen Empfänger waren mit freier Lötstelle versehen.

Daß der gerichtete Empfänger seine Aufgabe tatsächlich erfüllte, geht aus der Kurve in Fig. 5 hervor, die gewonnen wurde durch Drehung des Empfängers um eine vertikale, der elektrischen Feldstärke und den Resonatorblechen parallele Achse. In Stellung 180° und 0° ist die Ebene der Empfängerbleche parallel der Strahlrichtung, in Stellung 90° und 270° senkrecht dazu. In letzterem Fall wird die Strahlung an den Resonatorblechen großenteils reflektiert und dadurch die Energieaufnahme geschwächt.

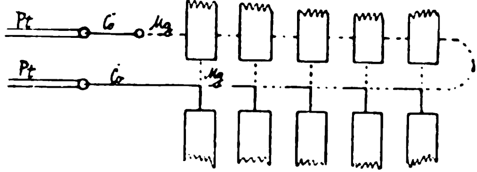


Fig. 4.
Schaltschema des gerichteten Empfängers.

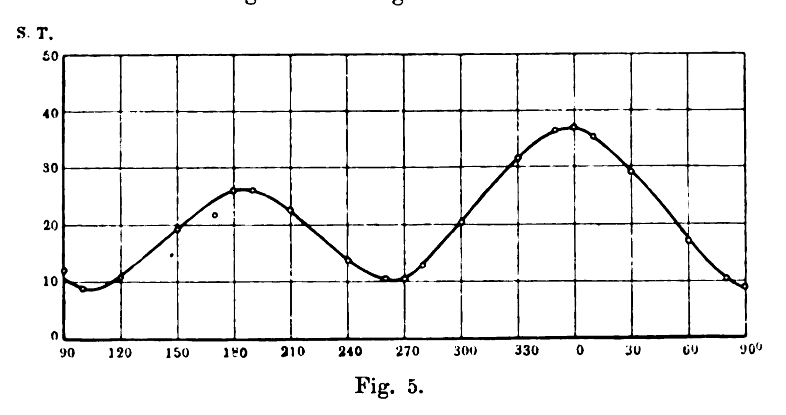


Fig. 5.

Zu der Kurve (Fig. 5) ist zu bemerken, daß ihre Aufnahme nur gelingt, wenn die Zuleitungen vom Empfänger horizontal — senkrecht zur elektrischen Feldstärke — abgeführt werden, und in ihrer ganzen Länge bis zum Galvanometer in Metall[1]) verlegt sind. Beim ersten Einschalten des Empfängers mit ungeschützten Zuleitungen zeigte sich nämlich folgendes: Das Galvanometer schlug anfangs in normaler Weise aus, kehrte aber dann plötzlich um und wanderte mit erhöhter Beschleunigung nach der anderen — negativen — Seite des Nullpunktes

1) Vgl. Lindmann, Ann. d. Phys. 4, 622 1901.

und blieb dort stehen. Ursache dieser Erscheinung sind Ströme, die in den Zuleitungen erregt werden. Diese erwärmen nämlich die freie Lötstelle mehr als die zwischen den Resonatorblechen befindliche, weil letztere aus vier Drähten besteht und die größere Wärmeabfuhr hat. Dadurch muß aber ein Strom entstehen, welcher dem durch Schwingungen des Resonators erzeugten entgegengesetzt ist.

Daß die negativen Ausschläge tatsächlich durch Ströme bewirkt wurden, die im Galvanometerkreis zirkulierten, konnte man auch da-

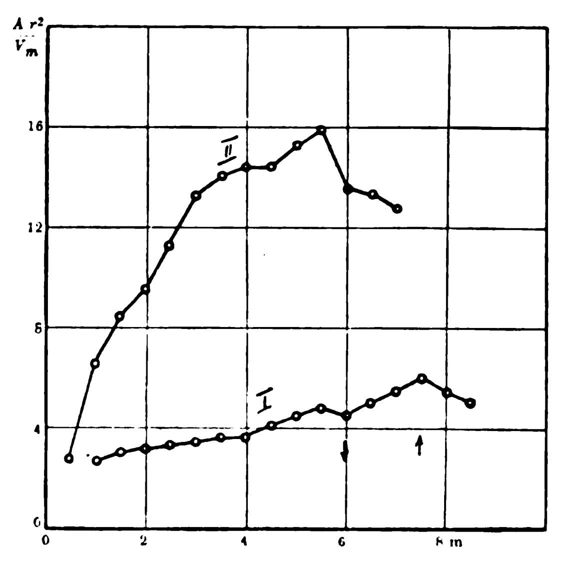


Fig. 6. Entfernung vom Sender.

durch zeigen, daß sie sich durch geeignetes Einschalten von Thermoelementen in den Galvanometerkreis beseitigen ließen. Zu dauernder Kompensation war dies Verfahren jedoch zu umständlich, weil es wider Erwarten für jede Entfernung des Empfängers von neuem ausgeführt werden mußte.

Da in den Beobachtungsreihen ein starker Gang sich nicht immer vermeiden ließ, wurden alle Versuche mit Hin- und Rückgang aufgenommen und jedesmal zwei Werte abgelesen, so daß jeder Punkt einer Kurve sich als Mittel von vier Ablesungen darstellt. Durch einen Standardempfänger in konstanter Entfernung wurden die Resultate der einzelnen Versuche auf konstante Senderenergie reduziert.

Um außerdem die Temperaturverhältnisse möglichst konstant zu

halten, wurden die Ablesungen immer genau in Abständen von 1 Min. gemacht. Bei direkten Wiederholungen betrug dann die maximale Abweichung vom Mittelwerte aus 10 Ablesungen bei kleinen Ausschlägen 3 %, bei großen Ausschlägen 0,3 bis 1,7 %.

Zur Messung wurde ein Dubois-Rubenssches Panzergalvanometer mit zwei Spulen von je 100 Ohm Widerstand bei einer Schwingungsdauer von 4,3 Sek. benutzt.

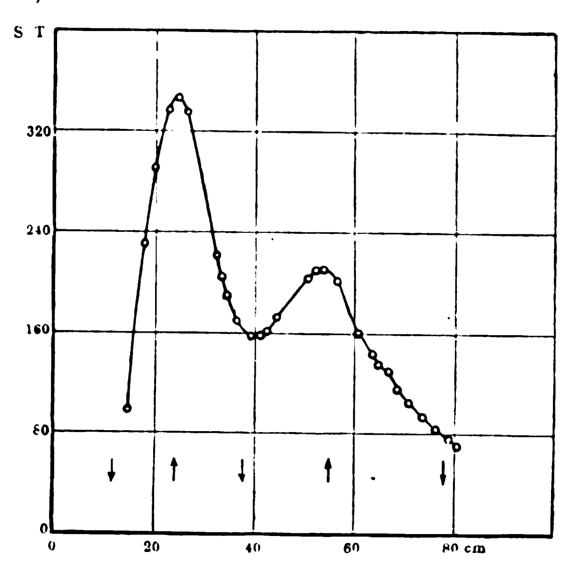


Fig. 7. Höhe des Empfängers über dem Blech.

Die Versuche.

1. Nachdem die Wellenlänge mit Hilfe stehender Wellen zu 16,7 cm festgestellt war, wurde die Energieabnahme der Strahlung im freien Raum und damit gleichzeitig die Reichweite der Anordnung geprüft. Sender I (freistehend, ohne Spiegel) und ein einfacher Empfänger (ohne freie Lötstelle) befanden sich 1,15 m über dem Fußboden (gerechnet bis zum Thermokreuz bzw. Hauptfunkenstrecke). Die Energie wurde durch Verschiebung des Empfängers in Abständen von 50 cm gemessen und durch einen Standardempfänger auf konstante Senderenergie reduziert (Fig. 6, Kurve I).

Es ergibt sich, daß die Energie etwas langsamer als mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. In größerem Abstand wird die Energieabnahme beträchtlich langsamer und zwar infolge der Reflexion

am Fußboden. Ein Beweis dafür ist, daß die infolge verschiedener Interferenz des direkten und reflektierten Strahles bedingten Maxima und Minima genau an den aus dem Unterschied der Weglängen berechneten Stellen auftreten (in Fig. 6: Minimum: Pfeil nach unten; Maximum: Pfeil nach oben). Der freistehende Sender I gibt in 8,5 m noch 3 bis 5 Skalenteile Ausschlag.

2. Bei dem folgenden Versuch befanden sich Sender und Empfänger 13 cm über einer 1 m breiten und 8 m langen Blechbahn, Fig. 6, Kurve II. Diese lehrt, daß in größeren Entfernungen die Energie gegenüber dem vorigen Versuch auf den vierfachen Wert ansteigt, da das Blech als vollkommener Spiegel wirkt, der die Amplitude der Strahlung verdoppelt. Im Abstand von $^1/_2$ m vom Sender ist die Energie über Blech ungefähr die gleiche wie die im freien Raum, weil an dieser Stelle die Phasendifferenz zwischen reflektierter und direkter Strahlung etwas mehr als $^1/_4$ Wellenlänge beträgt, die Reflexionswirkung also sehr gering ist. Diese nimmt aber rasch zu, weil mit wachsender Entfernung die beiden Strahlen sehr bald gleichphasig sind.

3. Sehr deutlich läßt sich die verschiedene Interferenz der beiden Strahlen beobachten, wenn man die Höhe des Empfängers über dem Blech variiert, während die Horizontalprojektion des Abstandes vom Sender unverändert bleibt. Das Resultat eines solchen Versuches (Fig. 7) zeigt, daß die Maxima und Minima nahezu genau an den berechneten Stellen auftreten [1]). Dabei war der Horizontalabstand 79 cm, die Höhe des Senders über dem Blech 30,5 cm.

4. Mit dem vollkommen freistehenden Sender II beobachtete ich nochmals die Energieabnahme über einer Blechbahn, die wieder 1 m breit, aber nur 3 m lang war. Der Sender befand sich an einem 20 cm langen Arm (so daß die Stelle $r = 0$ innerhalb der Blechebene 17 cm vom Rande entfernt war), mit der Funkenstrecke nur 5 cm über dem Blech. Die in Abständen von 20 cm gemessene Energie multipliziert mit dem Quadrat der Entfernung ist als Funktion der letzteren in Fig. 8 wiedergegeben. Da die Phasendifferenz zwischen direkter und reflektierter Strahlung schon in 40 cm Entfernung nur $^1/_2$ cm beträgt und später immer kleiner wird, so müßte die Kurve

---

1) Nach der Formel:

$$h_2 = \frac{\Delta}{2}\sqrt{1 + \frac{l^2}{h_1^2 - {}^1/_4\,\Delta^2}} =$$ der Höhe h_2 des Empfängers, bei der ein Wegunterschied Δ eintritt. Dabei ist h_1 die Höhe des Senders über dem Blech, l die Horizontalprojektion d. Empfängerabstandes.

theoretisch eine horizontale Linie sein, da das Blech von Anfang an als vollkommener Spiegel wirkt. Die tatsächlich bestehende Energieabnahme wird nun vollkommen überdeckt durch sehr starke Unregelmäßigkeiten, die sich aber erklären lassen durch Reflexion an den seitlichen Rändern des Bleches. Ein Beweis für diese Ansicht ergibt sich daraus, daß man bei konstanter Empfängerstellung lediglich durch Verrückung der reflektierenden Blechkante den Ausschlag beeinflussen kann.

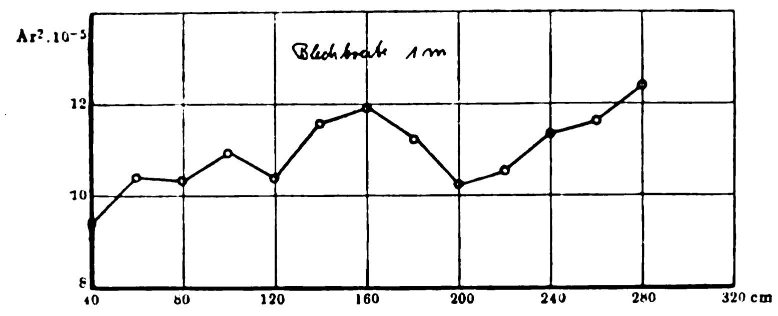


Fig. 8. Entfernung r vom Sender.

Der Versuch wurde für das Maximum: $r = 150$ cm, und das Minimum: $r = 210$ cm ausgeführt, indem man in der Mitte zwischen Sender und Empfänger beiderseits eine 30 cm breite Blechtafel anlegte. Das Resultat (Tabelle 1) entspricht vollkommen der Erwartung, indem im ersten Falle der Ausschlag um 9,5 % kleiner, im zweiten Falle um 11 % größer wurde.

Tabelle 1.

	Maximum		Minimum	
	Ausschlag		Ausschlag	
	ohne	mit	ohne	mit
	seitlichen Blechen		seitlichen Blechen	
	120,0			31,8
	117,0			30,4
		99,0	26,0	
		101,0	28,2	
	106,0			31,4
	106,0			29,8
		93,0	27,8	
		91,0	27,2	
	93,0			30,4
	94,0			30,2
Mittel	106,0	96,0	27,3	30,6

Ebenso wie an der Seite mußte die Energie aber auch hinten und vorn (für einen Beschauer, der vom Sender zum Empfänger sieht) an den betreffenden Blechkanten reflektiert werden, insbesondere mußten sich zwischen Sender und der hinteren Kante durch Interferenz stehende Wellen ausbilden, zu deren Beobachtung man Sender und Empfänger in unverändertem Abstand stehen ließ, die Blechbahn aber unter beiden hinweg nach hinten verschob. Ausgehend von der Stelle 0, an der sich der Sender genau über der reflektierenden Kante befand, wurde ihre Entfernung vom Sender um gleiche Intervalle vergrößert und jeweils die Energie gemessen. Die beobachtete Kurve (Fig. 9) gibt das typische

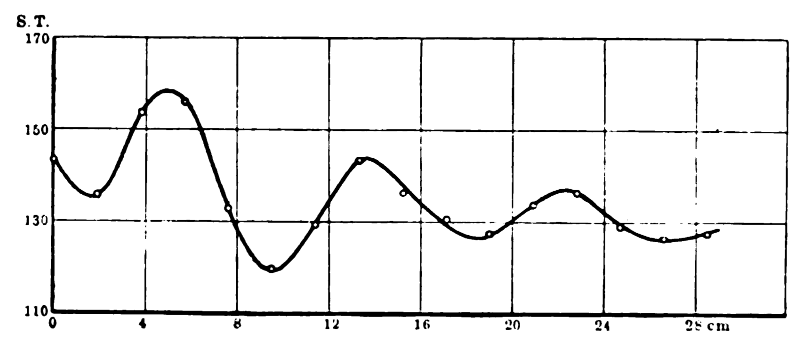


Fig. 9. Abstand des Senders vom Blechrand.

Bild stehender Wellen, deren Maxima und Minima allerdings in nicht ganz regelmäßigen Abständen auftreten, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die Höhe des Senders über dem Blech im Anfang mehr von Einfluß ist als in größerer Entfernung. Die Lagen der Maxima und Minima ergeben sich nach der Figur (unter Nichtberücksichtigung des ersten Minimums) bei 5,0, 9,5, 13,6, 18,4, 22,3, 26,7 cm. Daraus berechnet sich nach der Formel, die bei der Beobachtung gleich großer Intervalle angewandt zu werden pflegt[1]), die Wellenlänge zu 17,3 cm, während aus der Interferenzkurve am Spiegel gefunden war: 16,7 cm.

Es wird durch diese Versuche übereinstimmend gezeigt, daß eine elektromagnetische Strahlung mit senkrechter elektrischer Feldstärke an den Grenzen, an welchen die Leitfähigkeit der Horizontalebene sich plötzlich stark ändert, eine teilweise Reflexion erleidet. Zenneck[2]) hat darauf aufmerksam gemacht, welchen Einfluß diese Reflexionen in

1) F. Kohlrausch, Prakt. Physik, S. 16, 11. Aufl.

2) Zenneck, Ann. d. Phys. 23, 866, 1907; Leitfaden der drahtlosen Telegraphie, S. 234.

der drahtlosen Telegraphie haben können beim Übergang der Strahlung vom Seewasser zum Festland. Durch die folgenden Versuche werden wir dazu geführt, auch für andere Beobachtungen die Erklärung in solchen Reflexionen an den Grenzlinien verschiedener Leitfähigkeiten zu suchen.

5. Es ist nämlich in der drahtlosen Telegraphie oft beobachtet worden, daß die Zeichenübertragung durch große Flußläufe sehr begünstigt wird[1]), und vielfach wurde die Vermutung ausgesprochen, daß bei großen Entfernungen die Wellen den Seeweg gegenüber dem Landweg bevorzugen, auch dann, wenn ersterer erheblich länger ist[2]). Es war daher von Interesse, experimentell die Frage zu prüfen, ob eine Strahlung mit senkrechter elektrischer Feldstärke einer horizontalen leitenden Fläche zu folgen vermag, die in ihrer eigenen Ebene gekrümmt ist. Längs einer solchen Blechbahn wurde zu diesem Zweck hinter einem vertikalen Metallschirm, der die direkte Strahlung abblendete, an verschiedenen Stellen die Energie gemessen und dabei tatsächlich beobachtet, daß diese Blechbahn hinter dem Schirm eine erhebliche Energievermehrung bewirkt. Außerdem konnte aus der dabei festgestellten Empfangsrichtung geschlossen werden, daß diese Wirkung des Bleches auf Reflexion an seinen Rändern beruht. Eine weitere Klärung dieser Frage könnte vermutlich durch Versuche längs einer schmäleren Blechbahn erreicht werden, welcher die Strahlung in verstärktem Maße folgen müßte.

Fig. 10 zeigt die verwendete Anordnung im Grundriß. Die Blechbahn war aus mehreren Tafeln zusammengesetzt. Die Lage der gekrümmten Bahn ist stark ausgezogen, die Lage der damit auswechselbaren geraden Bahn ist gestrichelt. Die Breite der Bahn betrug 1 m, wonach die Maße sich aus der Zeichnung entnehmen lassen. Sender I (mit Schirm) befand sich am Anfang der Bahn im Punkte S, 6,8 cm über der Blechebene. Die Verbindungslinie Sender—Schirmkante bildet die erste Schattengrenze, hinter welcher die Punkte, an denen mit dem fünffachen Empfänger Richtung und Energie gemessen wurden, durch fortlaufende Buchstaben a bis i bezeichnet sind. Der gerichtete Empfänger berührte mit dem Glasgefäß gerade das Blech, so daß die Thermoelemente sich 9 cm über diesem befanden. Durch einen Vergleichsempfänger in konstantem Abstand wurden alle Werte auf gleiche Senderenergie reduziert. Der Schirm reichte bis zur Zimmerwand, so daß Reflexionen an ihr ausgeschlossen waren.

1) Zenneck, Leitfaden der drahtlosen Telegraphie, S. 233.

2) Zenneck, ebenda.

Es wurden nun folgende Versuche angestellt:

Empfänger in den Stellungen *a* bis *i* hinter dem Schirm und

1. ohne Blechbahn,
2. mit der geraden Blechbahn,
3. mit der gekrümmten Blechbahn.

Die Resultate sind in der Tabelle 2 eingetragen.

Tabelle 2.

Ausbreitung längs einer gekrümmten Blechbahn.

Empfänger-stellung	Ausschlag ohne Blechbahn A_1	Ausschlag mit gerader Blechbahn A_2	Ausschlag mit gekrümmter Blechbahn A_3	α_3 Grad
a	3,80	15,0	41	23
b	2,80	18,0	44	26
c	2,80	7,0	24	23
d	2,80	13,0	27	30
e	0,0	3,6	10	37
f	0,0	3,2	14	42
g	0,45	16,0	27	38
h	0,45	3,4	10	60
i	0,63	1,8	4	59

A_1 ist der durch den Ausschlag des Standardempfängers dividierte Ausschlag — ohne Blechbahn —, A_2 ist dieselbe Größe bei gerader, A_3 bei gekrümmter Blechbahn; α_3 ist der bei gekrümmter Bahn gemessene Winkel zwischen der Richtung maximalen Empfanges und der eingezeichneten Richtung *s*.

Es liegt nach den früheren Resultaten nahe, die beobachtete Energievermehrung und Richtungsänderung durch Reflexion am Rande der Blechbahn zu erklären; bei gerader Bahn wird diese reflektierte Strahlung am gegenüberliegenden Rand großenteils wieder zurückgeworfen, bei gekrümmter Bahn kann sie weitergehen und ihre Wirkung wird dort am deutlichsten hervortreten, wo die direkt um die Schirmkante gebeugte Energie nahezu Null ist, also an den Punkten *e* bis *i*. Damit stimmt überein, daß an diesen Punkten auch die Ablenkung der Empfangsrichtung von der Schirmkante am stärksten ist. Energie und Empfangsrichtung, entsprechend den Werten A_3 und α_3, sind in der Figur durch kleine Striche markiert; ferner bedeutet S_1 das Spiegelbild des Senders an der Kante der Blechbahn und die diesem Spiegelbild entsprechende „zweite Schattengrenze" ist ebenfalls angegeben. Die jenseits dieser zweiten Schattengrenze liegenden

Punkte *h* und *i* können erst durch zweimalige Reflexion Strahlung empfangen, die von dem Spiegelbild 2. Ordnung S_2 auszugehen scheint. Der eingezeichnete reflektierte Strahlengang läßt erkennen, wie gut die Empfangsrichtung damit übereinstimmt, nur bei den Punkten *a* bis *d*, wo die direkte Beugung (A_1) schon beträchtlich ist, bewirkt diese eine

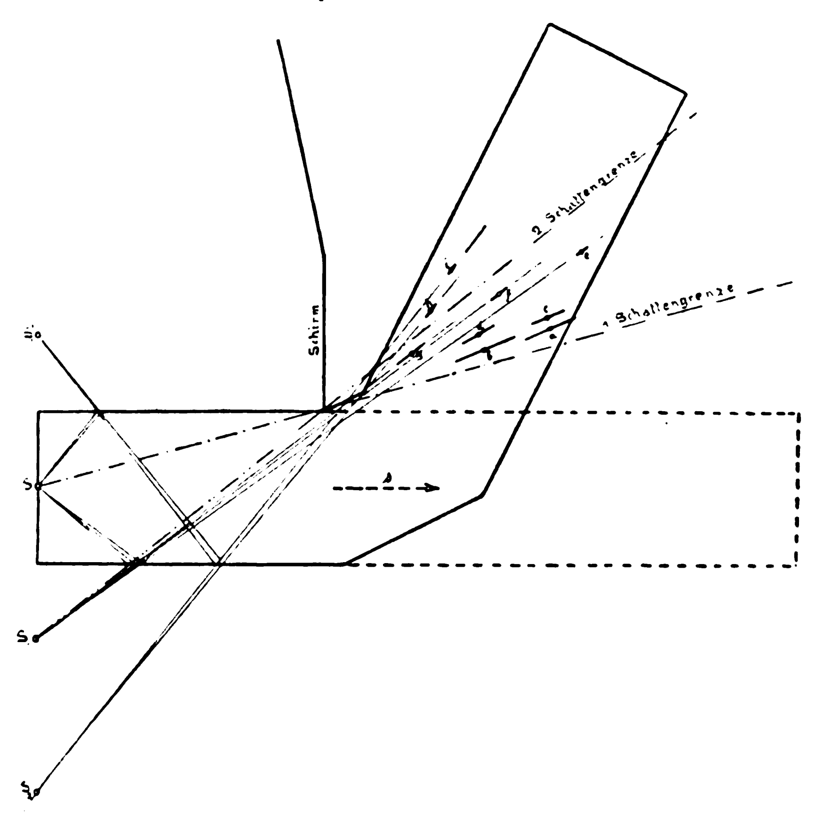


Fig. 10.

Ablenkung der Empfangsrichtung vom Spiegelbild S_1 nach der ersten Schattengrenze zu. Dabei ist zu beachten, daß bei Anbringung der Blechbahn durch Reflexion an der Blechebene die Gesamtstrahlung und damit auch der Anteil der Beugung vervierfacht wird. Es mag bemerkt werden, daß der Winkel α_3 schon beobachtet war, bevor man an eine Erklärung durch Reflexion am Blechrand überhaupt gedacht hatte. Die entsprechenden Winkel α_1 und α_2, ohne und mit gerader

Blechbahn, sind wegen der Kleinheit der Ausschläge zumeist nicht mehr mit Sicherheit zu messen.

6. Die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie längs der kugelförmigen Erdoberfläche ist von Poincaré[1]) und March[2]) berechnet worden.

Nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Prof. Sommerfeld bedarf die von March angegebene Formel einer Ergänzung in Gestalt eines Faktors, der einer exponentiellen Dämpfung entspricht. Danach erfolgt bei ungedämpften Schwingungen die Amplitudenabnahme nach der Formel:

$$\Pi = \frac{1}{\sqrt{\theta \sin \theta}} e^{-m(ka)^{\frac{1}{3}}\theta}$$

wo $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (λ = Wellenlänge), ferner a der Kugelradius und θ der Zentriwinkel ist. Während die ursprüngliche Marchsche Formel von der Poincaréschen ganz verschieden war, stimmen jetzt beide wesentlich überein[3]).

Mit der obigen Formel sollen die Resultate des folgenden Versuches verglichen werden, der zwar nicht die Beugung um eine Kugel, sondern um eine vollkommen leitende Zylinderfläche zum Gegenstand hat.

In der Mitte der 1 m breiten metallischen Zylinderfläche mit dem Radius 2 m war Sender II isoliert eingelassen, so daß nur die obere Hälfte sich über der Zylinderfläche befand, entsprechend der Antenne in der drahtlosen Telegraphie. Der Empfänger, mit dem Thermokreuz 6 cm über dem Blech, konnte, immer in senkrechter Stellung zur Zylinderfläche, längs derselben verschoben werden.

In einer Entfernung von 95 cm war kein Stück des Empfängers vom Sender aus mehr zu sehen. Die Werte A in der dritten Spalte von Tabelle 3 geben die beobachteten, der Energie, d. h. dem Quadrat der Amplitude proportionalen Ausschläge. Nach der obigen Formel sollen diese darstellbar sein durch

$$A = \frac{C}{\theta \sin \theta} e^{-2m(ka)^{\frac{1}{3}}\theta}$$

1) Poincaré, Rendiconti Palermo **29**, 1910.

2) March, Ann. d. Phys. **37**, 29, 1912.

3) In der Dissertation war die unvollständige Marchsche Formel zugrunde gelegt und außerdem versehentlich in der Poincaréschen Formel der Ausbreitungsfaktor fortgelassen.



Tabelle 3.

Beugung um eine gewölbte Blechbahn.

Bogen b in Zentimetern	θ Grad	A beobachtet	A berechnet	$\log (A\, b \sin \theta)$
20	5° 44′	1000,0	1167	3,301
30	8° 36′	448,0	564	3,302
40	11° 28′	225,0	216,5	3,253
50	14° 19′	129,0	119,7	3,203
60	17° 11′	72,0	71,7	3,106
70	20° 3′	46,5	45,5	3,048
80	22° 54′	28,2	30,1	2,944
90	25° 47′	21,0	20,6	2,915
100	28° 39′	12,4	14,4	2,774
110	31° 30′	8,5	10,3	2,689
120	34° 24′	4,7	7,5	2,503
130	37° 14′	3,2	5,6	2,401
140	40° 6′	1,7	4,2	2,186
150	43° 0′	1,1	3,2	2,051
160	45° 48′	1,1	2,4	2,101
170	48° 42′	0,3	1,9	1,583

woraus man durch Logarithmieren und Einführung des Bogens $b = a\,\theta$ erhält

$$\log (A\, b \sin \theta) = \log (a\, C) - \frac{2\, m\, (k\, a)^{\frac{1}{3}}\, b}{a} \log e$$

Es soll also $\log (A\, b \sin \theta)$ eine lineare Funktion des Bogens b sein. Diese Werte sind in die letzte Spalte von Tabelle 3 eingetragen. Die Kreuze in Fig. 11 stellen sie graphisch als Funktion von b dar.

Für die Konstante m hat Sommerfeld provisorisch den Wert 0,36 berechnet. Diesem theoretischen Wert entspricht die Neigung der in Fig. 11 eingezeichneten Graden. Wenn diese Grade auch nur den Anfang der Kurve leidlich darstellt, so kann man die Übereinstimmung der Neigung doch als eine auffallende Bestätigung der Theorie ansehen. Jedenfalls kann man von keinem Widerspruch reden, wenn man bedenkt, daß keine Kugel, sondern ein Zylinder den Versuchen zugrunde lag und daß der Empfänger den relativ großen Abstand 6 cm von der Oberfläche hatte (wegen der etwas zu weiten Glashülle).

Die Grade entspricht der Formel

$$\log (A\, b \sin \theta) = 3{,}50 = 0{,}0066\, b$$

Die hieraus, d. h. mit $m = 0{,}36$ berechneten Werte A sind in der vorletzten Spalte von Tabelle 3 enthalten.

7. Bisher haben wir uns mit Strahlungserscheinungen über vollkommen leitenden, aber verschieden gestalteten Flächen beschäftigt und wenden uns nun zu der Frage, welche Energieabnahme längs der ebenen

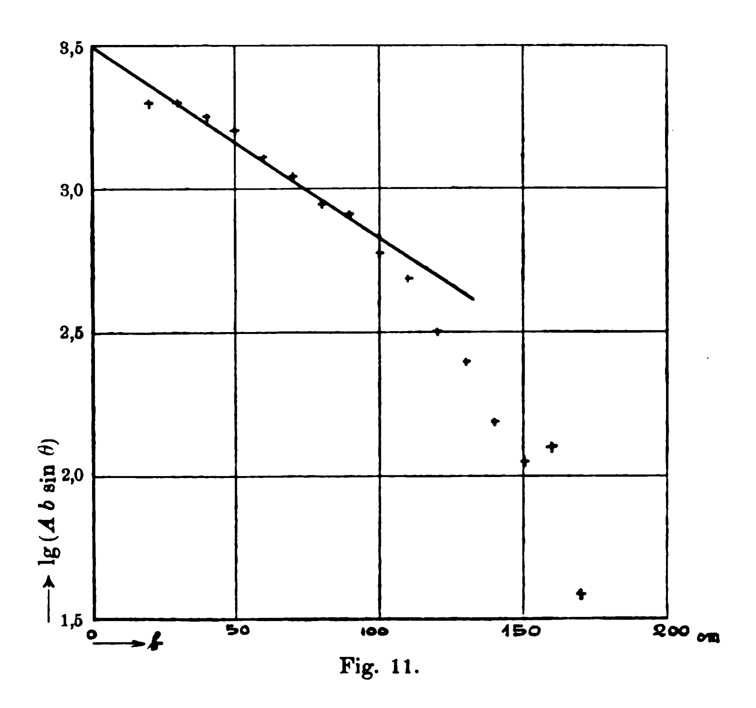


Fig. 11.

Grenzfläche eines unvollkommen leitenden Mediums zu erwarten ist. Es wurden Ausbreitungsversuche angestellt über

Salzwasser I	mit der Leitfähigkeit[1])	$\sigma_{\text{mag}} = 21 \cdot 10^{-11}$
„ II	„ „ „	$\sigma_{\text{mag}} = 9 \cdot 10^{-11}$
Leitungswasser	„ „ „	$\sigma_{\text{mag}} = 1{,}5 \cdot 10^{-12}$

mit dem Resultat, daß die Energie stets viel rascher abnahm, als nach der Theorie von Sommerfeld zu erwarten ist.

Ein 3 m langes, 1 m breites und 3 cm tiefes Holzgefäß diente

1) Ob diese mit langsamem Wechselstrom gemessene Leitfähigkeit bei den hier in Frage kommenden Schwingungen überhaupt anwendbar ist, steht freilich dahin.

als Wasserbehälter; eine Reflexion am Boden des Gefäßes ist trotz der geringen Tiefe bei Salzwasser nicht zu befürchten, weil die eindringende Welle sehr rasch absorbiert wird. Als maßgebend für die Absorption kann man den für senkrechte Inzidenz geltenden Wert

$$D = \frac{2\pi\sqrt{\varepsilon}}{\lambda_0}\sqrt{\frac{\sqrt{1+\gamma^2}-1}{2}}$$

betrachten, wo λ_0 = Wellenlänge in Luft $= \frac{2\pi c}{n}$

$$\gamma = \frac{2 c \lambda_0 \sigma_{\text{mag}}}{\varepsilon}$$

Dabei bedeutet hier wie im folgenden stets:

ε = Dielektrizitätskonstante,
$\sigma = 4\pi c^2 \sigma_{\text{mag}}$ = Leitfähigkeit,
c = Lichtgeschwindigkeit,
n = Periodenzahl in 2π sec

Für $\sigma_{\text{mag}} = 9 \cdot 10^{-11}$ wird $\frac{1}{D} = 0{,}6$ cm, d. h. in dieser Tiefe ist die Amplitude der Feldstärke schon auf den $e$ten Teil gesunken. Allerdings kann bei Leitungswasser die Reflexion am Gefäßboden schon störend sein, da in diesem Fall die Amplitude der elektrischen Feldstärke erst in einer Tiefe von 33 cm auf den $e$ten Teil sinken würde. Sender II war, wie bei den Versuchen über Blech, an einem 20 cm langen Arm befestigt, mit der Funkenstrecke 4 cm über dem Wasserspiegel; der einfache Empfänger wurde, wie früher, durch ein Glasrohr in einem Holzrahmen gehalten, der auf dem Rande des Wassergefäßes verschoben werden konnte.

Die Resultate der Versuche sind in Fig. 12 eingetragen und in Tabelle 4 zusammengestellt, welche zum Vergleich auch die Energieabnahme proportional $\frac{1}{r^2}$ und über Blech enthält. Daß die Energie über dem Blech langsamer als mit $\frac{1}{r^2}$ abnimmt, dürfte auf Reflexionen zurückzuführen sein. Über Salzlösungen zeigt sich stets eine schnellere Abnahme als mit $\frac{1}{r^2}$, die um so rascher erfolgt, je schlechter die Leitfähigkeit ist.

Tabelle 4.
Strahlung über verschiedenen Leitern.

Entfernung cm	Strahlung im freien Raum	Strahlung über Blech	Strahlung über Salzwasser I	Strahlung über Salzwasser II	Strahlung üb. Leitungswasser
40	100	100	100	100	100
60	—	49,5	44,3	40,3	35,65
80	—	27,6	23,3	19,9	16,6
100	16,5	18,6	13,2	11,5	9,42
120	—	12,25	8,90	7,38	5,72
140	—	10,05	6,58	5,02	3,87
150	8,3	—	—	—	—
160	—	7,90	4,35	3,6	2,57
180	—	5,94	3,33	2,55	1,76
200	5,05	4,36	2,46	1,85	1,27
220	—	3,70	1,94	1,40	1,05
240	—	3,35	1,62	1,18	0,72
250	3,3	—	—	—	—
260	—	2,94	1,26	0,9	0,58
280	—	2,75	1,09	0,79	0,45
300	2,2	—	—	—	—

Dieses Resultat steht nun in direktem Gegensatz zu dem, was nach der Theorie zu erwarten wäre. Nach Sommerfeld wird der Ausbreitungsvorgang charakterisiert durch die beiden Größen ϱ und $\sin\gamma$, deren numerische Werte bei diesen Versuchsbedingungen in Tabelle 5 gegeben sind. Nach den von Sommerfeld berechneten Kurven[1]) ergibt sich nun ohne weiteres, daß die Energie stets langsamer als mit dem reziproken Quadrat der Entfernung abnehmen müßte, und zwar um so langsamer, je schlechter die Leitfähigkeit ist.

Tabelle 5.

Leiter	σ	ϱ	$\sin\gamma$	ϱ für $r = 40$	ϱ für $r = 300$
Salzwasser I	$21 \cdot 10^{-11}$	$0{,}00094\, r$	0,190	0,04	0.3
Salzwasser II	$9 \cdot 10^{-11}$	$0{,}0017\, r$	0.379	0,07	0.5
Leitungswasser	$1{,}5 \cdot 10^{-12}$	$0{,}0025\, r$	0,700	0,10	0,75

Hierzu ist zu bemerken, daß die beobachtete Energieabnahme für unsere Wechselzahl theoretisch auch bei keiner anderen Leitfähigkeit zu erwarten ist. Erhöht man die Leitfähigkeit, so wird $\sin\gamma$ kleiner, aber dann wird auch ϱ so klein, daß dann innerhalb der gegebenen Reichweite eine Abweichung von der Theorie des vollkommenen Leiters nach

1) Jahrb. 4, 171, 1911.

Abraham nicht mehr zu erwarten ist. Für alle Leitfähigkeiten unterhalb $\sigma = 10^{-11}$ bleiben $\frac{\varrho}{r} = 0{,}0025$ und $\sin\gamma = 0{,}7$ nahezu konstant [1]).

Die Oberflächenwellen sind charakterisiert durch eine exponentielle Dämpfung, die durch eine Energieabsorption in der Ober-

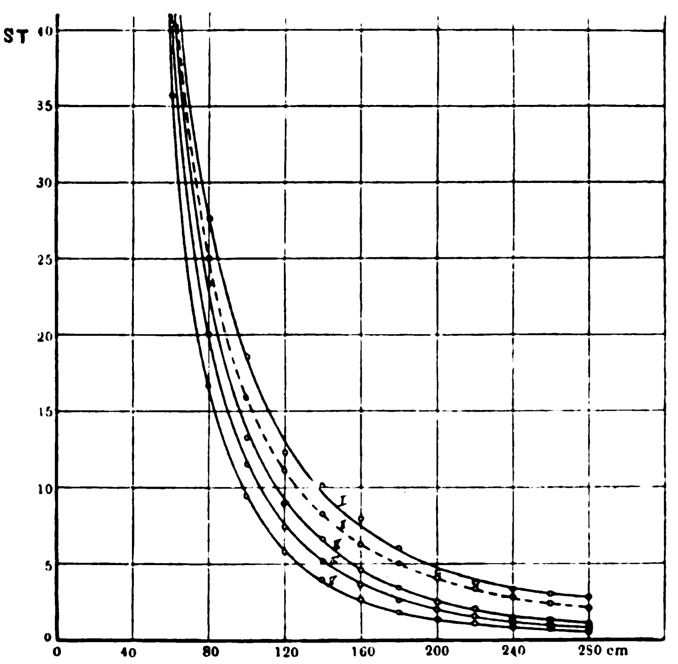


Fig. 12. Die Kurven konvergieren zum Wert 100 bei $r = 40$ cm.
I. Energieabnahme über Blech
II. „ prop $\frac{1}{r^2}$
III. „ über Salzwasser I
IV. „ über Salzwasser II
V. „ über Leitungswasser

fläche des schlecht leitenden Mediums bedingt ist und die zuerst von Zenneck für ebene Wellen quantitativ berechnet wurde. Es ist nun

1) Daß dieser Unterschied zwischen Theorie und Beobachtung etwa auf ein anormales Verhalten der Dielektrizitätskonstante des Wassers zurückzuführen ist, erscheint nicht wahrscheinlich. Durch Versuche am Lecherschen Drahtsystem, die aus Zeitmangel leider nicht fortgesetzt werden konnten, ergab sich, daß bei einer Wellenlänge von 25 cm die Dielektrizitätskonstante von dem normalen Wert jedenfalls nicht sehr verschieden ist.

von Interesse, zu konstatieren, daß die beobachteten Kurven (Fig. 12) auch einem Exponentialgesetz gehorchen.

Nimmt man nämlich nach Zenneck[1]) an, daß die Energieausbreitung sich durch die Formel

$$A = \frac{C}{r^2} e^{-\beta r}$$

beschreiben läßt, so ist aus den Resultaten des Experimentes β leicht zu berechnen, und mit den von Zenneck für ebene Wellen gegebenen Werten des Absorptionskoeffizienten zu vergleichen.

Mit Hilfe der Theorie der kleinsten Quadrate ist die Analyse ausgeführt, und Tabelle 6 zeigt, daß die beobachteten Kurven sich den durch das Exponentialgesetz bestimmten ziemlich gut anschmiegen, besonders im Falle des Salzwassers.

Tabelle 6.

Vergleich der beobachteten mit den berechneten Werten.

Beobachtet: A_{10} A_{20} A_{30}

Berechnet:

Salzwasser I . . . . $A_1 = \frac{C_1}{r^2} e^{-\beta_1 r}$ $\beta_1 = 0{,}00271$

Salzwasser II . . . . $A_2 = \frac{C_2}{r^2} e^{-\beta_2 r}$ $\beta_2 = 0{,}00459$

Leitungswasser . . . $A_3 = \frac{C_3}{r_2} e^{-\beta_3 r}$ $\beta_3 = 0{,}00708$

Entfernung r cm	$\frac{A_1}{A_{10}}$	$\frac{A_2}{A_{20}}$	$\frac{A_3}{A_{30}}$
40	1,0	1,0	1,0
60	0,95	1,0	1,08
80	0,96	1,04	1,13
100	1,03	1,05	1,11
120	1.00	1,04	1,10
140	0,95	1,03	1,04
160	1,04	1,00	1,04
180	1,01	1,02	1,04
200	1,05	1,04	1,01
220	1,04	1,03	0,88
240	1,00	0,93	0,93
260	1,03	0,96	0,85
280	0,99	0,88	0,85

Den Vergleich zwischen beobachteten und berechneten Absorptionskoeffizienten gibt Tabelle 7.

1) Zenneck, Leitfaden der drahtlosen Telegraphie, S. 224.



Tabelle 7.
Vergleich der beobachteten mit den berechneten Absorptionskoeffizienten.

Leiter	Beobachtet β_0	Nach Zenneck berechnet β	$\frac{\beta_0}{\beta}$
Salzwasser I	0,00271	0,00175	1,55
Salzwasser II	0,00459	0,00274	1,67
Leitungswasser . . .	0,00708	0,000084	84,5

Es zeigt sich das gleiche Resultat, wie bei Betrachtung der Energiekurven. Die wirkliche Absorption ist viel größer wie die theoretische, und zwar nimmt dieser Unterschied mit abnehmender Leitfähigkeit sehr rasch zu.

Zusammenfassung.

1. Es wird eine neue Apparatur für die Versuche mit Hertzschen Wellen beschrieben.

2. Durch Versuche über die Ausbreitung Hertzscher Wellen an Metalloberflächen wird gezeigt, daß die Strahlung am Rande leitender Flächen eine teilweise Reflexion erleidet, daß sie ferner infolge dieser Eigenschaft einer in ihrer eigenen Ebene gekrümmten Blechbahn zu folgen vermag.

3. Beugungsversuche längs einer metallischen Zylinderoberfläche ergaben eine Energieabnahme, die der Poincaré-Marchschen Formel leidlich entspricht.

4. An Salzlösungen verschiedener Konzentration nahm die Energie stets sehr viel rascher ab, als die Theorie verlangt.

(Eingesandt 1. August 1912.)

Akustische und elektrische Resonanz musikalischer Wellenzüge in Empfängern für Telegraphie ohne Draht. — Ihre Anwendung auf die Auswahl der Emissionen.

(Résonance acoustique et électrique des trains d'ondes musicaux dans les récepteurs de télégraphie sans fil. — Son application à la sélection des émissions.)

Von **Paul Jégou.**

Unter dem Titel „Effet de résonance sécondaire dans les récepteurs de télégraphie sans fil" (Sekundärer Resonanzeffekt in Empfängern für Telegraphie ohne Draht) habe ich in der Sitzung der Académie des Sciences vom 12. Februar einen Überblick über einige Versuchsergebnisse gegeben. Diese Versuche betrafen eine Anordnung, durch welche ein Hertzscher Empfänger eine besondere Schärfe hinsichtlich der vollen Ausnutzung der selektiven Resonanzeffekte erhält, welche dem musikalischen Charakter anhaften, wie man ihn heutzutage den Hertzschen Emissionen zu geben bemüht ist (musikalischer Resonanzalternator von Béthenod, Emission durch rotierende Unterbrecher nach Marconi, Emission durch Wiensche Funken oder Stoßerregung).

Im Prinzip besteht das Problem darin, der gewöhnlichen syntonischen Abstimmung auf die Wellenlänge der zu empfangenden Schwingungen eine Resonanzabstimmung auf den akustischen Ton hinzuzufügen, den die Membran des Telephonhörers unter der Einwirkung der Wellen auf den Detektor von sich gibt.

Der Ton, den der Hörer gibt, ist durch die Anzahl der Wellenzüge oder der Funken der Emission bestimmt. Daher bringen nur bei musikalischen Emissionen die Membranschwingungen einen harmonischen Ton hervor, der resonanzfähig ist, wenn man Sorge trägt, die Hörermembran so zu wählen, daß man sie abstimmen und ihre Eigenschwingungsperiode mit den erzwungenen Schwingungen in Einklang bringen kann, die unter dem Einfluß der Wellen in ihr erzeugt werden.

Kurz gesagt, realisiert man so eine Resonanz, die gestattet, die merkwürdigen und auffälligen Selektions- und Verstärkungseffekte der Töne nutzbar zu machen, denen wir beim Studium der Akustik fortwährend begegnen, sei es in der Gestalt abgestimmter Stimmgabeln oder Pfeifen, sei es in Gestalt Helmholtzscher Resonatoren oder Tonanalysatoren.



Das große Interesse dieser Frage liegt in dem Selektionsvermögen, das wir davon für die Auswahl der verschiedenen im Raume verstreuten Hertzschen Emissionen erwarten dürfen. In der Tat kann nicht nur die Wellenlänge eine gegebene Hertzsche Emission bestimmen, sondern auch der Ton des Funkens, oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Anzahl der ausgesandten Wellenzüge. Heutzutage, wo die Verwirklichung tönender Emissionen in die Technik der drahtlosen Telegraphie eingetreten ist, ist es offenbar ein Leichtes, die Stationen ebensogut durch ihre musikalische Tonhöhe zu unterscheiden wie durch ihre Wellenlänge.

Betrachten wir das Problem in dieser Gestalt, so müssen wir sagen, daß es nicht absolut neu ist, und daß das Interesse, das diese Resonanz bietet, den Forschern nicht entgangen ist, seit die Anwendung telephonischer Detektoren zum Empfang hinreichend verbreitet ist, und daß man die Möglichkeit, durch mehr oder minder komplizierte Mittel schnelle und sozusagen musikalische Wellenzüge zu emittieren, hat mußmaßen können. So sehen wir denn auch bereits im Jahre 1908 sehr interessante Versuche der Herren Blondel und Abraham ausführen zu dem Zwecke, empfindliche Monotelephone zu schaffen, d. h. telephonische Empfänger, deren Membranen so beschaffen sind, daß man ihre Schwingungsperiode einstellen kann, bis sie mit dem Ton der empfangenen Emission zur Resonanz gelangt.

Diese Hörer beruhen auf den Prinzipien des Monotelephons, wie sie die Herren Mercadier und Magunna angegeben haben, die sich seit langer Zeit der Verwirklichung der Mehrfachtelegraphie zugewandt und gerade die harmonische Auswahl schwingender und durch Stimmgabeln unterhaltener Ströme benutzt haben. Diese Monotelephone sind dann als Relais benutzt worden, um Morse-, Hughes- oder Bandot-Apparate zu betreiben, was mit Hilfe eines kleinen Hebels erreicht wird, der ganz leicht gegen die Membran anliegt und einen lockeren elektrischen Kontakt herstellt, der durch die Schwingungen der Membran von Grund aus verändert wird. Diese Monotelephone waren für die in der Telegraphie ohne Draht verlangte akustische Resonanz nicht recht verwendbar, denn sie besitzen wohl eine sehr reine Schwingungsperiode, haben jedoch nicht die wünschenswerte Empfindlichkeit.

Immerhin muß ich eine ganz kurze Beschreibung dieser Monotelephone geben (vgl. hierzu das Schema des monotelephonischen Relais im Aufriß, Fig. 1). Sie enthalten nämlich alle Elementarbestandteile eines Monotelephons. Die Abmessungen der Membran sind nach den Ergebnissen sorgfältiger Untersuchung streng bestimmt, so daß dadurch

die Membranen einen sehr klaren und reinen harmonischen Ton erhalten. Um diese Membran in ihre Lage zu bringen, ohne ihre akustischen Eigenschaften zu verändern, läßt man sie sorgsam auf drei Spitzen ruhen, die auf dem Kreise ihrer Knotenlinie liegen.

„Dann überzeugt man sich, daß die Membran, wenn man in die Spule einen Wellenzug sendet, dessen Periode die gleiche ist wie die des ersten harmonischen Obertones der Membran, unter diesen Bedingungen kräftig schwingt, dagegen unbeweglich bleibt, wenn diese

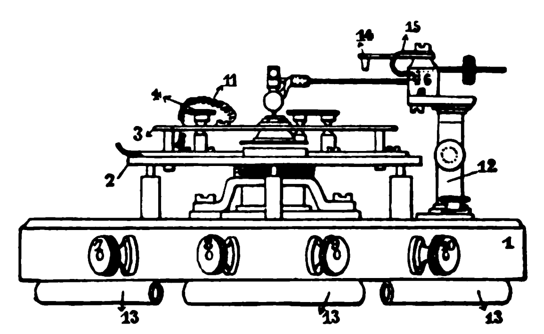


Fig. 1. Schnitt durch das monophone Relais.
1 = hölzerner Sockel; *2* = Unterlage der Platte; *3* = Platte; *4* = Schrauben zur Befestigung der Platten; *5* = Gleitstangen; *6* = Hebel; *7, 8* = Wechselstromklemmen; *9, 10* = Gleichstromklemmen; *11* = Feder zur Sicherung des Kontaktes mit der Masse; *12* = Säule, die den Hebel trägt; *13* = Kautschuk zur Dämpfung mechanischer Schwingungen; *14* = Hebelarretierung; *15* = Blattfeder zur Sicherung des Kontaktes mit der Masse.

Periode um einen Betrag abweicht, der einem Halbton oder weniger entspricht. Die Platte wird also tatsächlich nur durch einen einzigen Wellenzug beeinflußt“ [1]).

Um sehr empfindliche Monotelephone zu erhalten, hat Herr Blondel einen Hörer vorgeschlagen, in dem die Membran durch eine an einem Ende eingefalzte rechteckige Platte ersetzt ist.

In dem Monotelephon des Herrn Abraham ist die schwingende Platte eines Telephons für drahtlose Telegraphie durch eine kleine sehr dünne Platte P (Fig. 2) von solchen Abmessungen ersetzt, daß sie nur die Armaturen der Elektrode bedeckt, von der sie beiderseits durch zwei an dem Halter und an ihr befestigte Stahldrähte, C_1, C_2, gehalten wird. Diese Drähte können mittels einer Stellschraube V mehr oder

1) Mitteilung des Herrn Magunna an die Société des Ingénieurs civils de France, Februar 1911.



minder stark gespannt werden. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, die Schwingungsperiode der Platte zu regulieren, um den verlangten monophonen Ton zu erhalten.

Trotz alledem haben sich diese Monotelephone in der Praxis nicht durchsetzen können, denn sie sind zwar sehr empfindlich und haben eine ganz bestimmte Periode, aber sie brauchen eine gewisse Zeit, um die der erreichten Abstimmung entsprechende Amplitude zu erlangen, und andererseits hören ihre einmal erregten Schwingungen erst nach

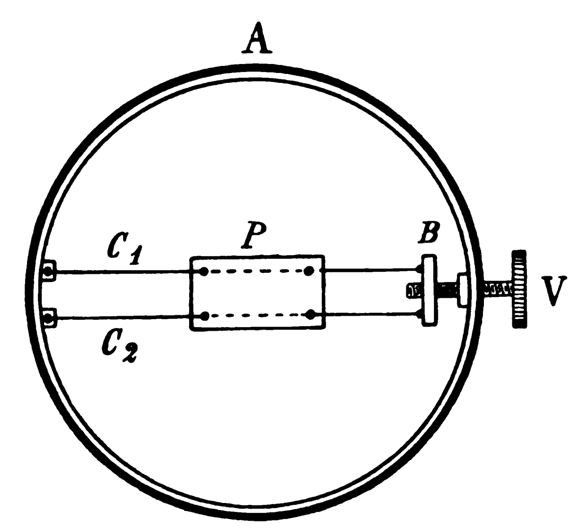


Fig. 2. Monotelephon für akustische Resonanz.

Verlauf einer gewissen Zeit nach dem Verschwinden der erregenden Ursache auf. Daraus folgt, daß der monophone Effekt für die Aufnahme der Punkte des Morsealphabets gar nicht oder kaum zu benutzen ist, und daß andererseits die Gefahr vorliegt, daß die Striche sich nicht mehr deutlich voneinander trennen lassen, was zu einer Verminderung der Geschwindigkeit in der Zeichenübermittelung zwingen würde.

Es erschien mir interessant, zu untersuchen, ob sich nicht eine rein elektrische Resonanz in Wechselwirkung dieser akustischen Resonanz durch Monotelephone durch Verwendung der Empfangsanordnung mit einer Umformerspule erreichen ließe, wie ich sie zu wiederholten Malen mit Vorteil bei gewissen Empfangsanordnungen angewandt habe [1]).

1) C. R., 15. Juni 1908 und 5. Dezember 1910.

Die Telephonhörer sind dabei in den induzierten Stromkreis aus dickem Draht gelegt, während die feindrähtige lange Wickelung in den Detektorkreis eingeschaltet ist.

Offenbar wird die Spule, je nach der Zahl der Wellenzüge der auf den Detektor auftreffenden Schwingungen, von Wechselströmen mit entsprechender Frequenz durchflossen; diese könnte man versuchen, resonieren zu lassen, wie es für gewöhnlich bei der Emission durch Wechselströme und Umformer geschieht.

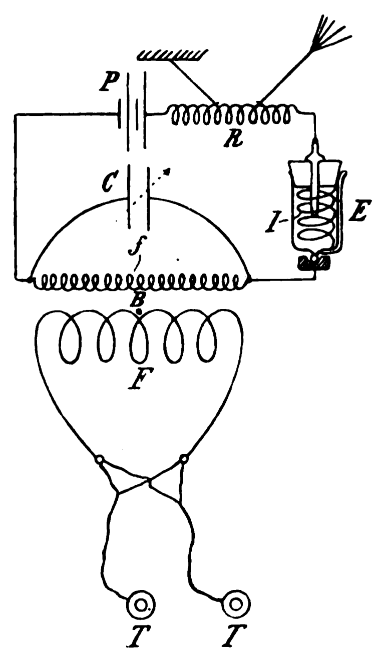


Fig. 3.
Anordnung für elektrische Resonanz.

Ich bin dahin gelangt, die Richtigkeit dieser Vermutungen unter Verwendung der hier (in Fig. 3) dargestellten Anordnung nachzuweisen, wobei ich an die Klemmen der Umformerspule einen von 0 MF. bis auf $^1/_{100}$ MF. veränderlichen Kondensator legte. Wenn man diesen Kondensator passend einstellt, gelingt es, das Telephon viel stärker zu erregen als bei einer anderen Wirkungsweise, wodurch der gesuchte Resonanzeffekt geliefert wird. Je nach dem empfangenen musikalischen Tone ändert sich die Kondensatoreinstellung, und so kann man leicht von zwei oder mehreren Emissionen mit verschiedener Wellenlänge die eine auf Kosten der übrigen hervortreten lassen, so oft sich diese Emissionen als musikalische Töne genügend voneinander unterscheiden, um akustisch getrennt werden zu können.

In dieser Gestalt läßt sich dieser sekundäre Resonanzeffekt praktisch benutzen, um die Zeichen selektiv zu trennen; er ist auch von Vorteil, um die Wirkung von Störungen zu verringern.

Es bleibt noch festzustellen, welchen Wirkungsgrad die Radiotelegraphie durch die Fortschritte erreichen kann, die in dieser elektrischen und akustischen Resonanz liegen. Wenn eines Tages das Prinzip des monophonen Relais von Mercadier und Magunna auf

die Radiotelegraphie anwendbar werden würde, so würde sich deren Effekt verzehnfachen. Dadurch würde sie eine Leistungsfähigkeit erreichen, die diejenige der Kabel übertreffen würde.

Die Telemechanik selbst kann aus diesen Untersuchungen großen Nutzen ziehen, denn jeder musikalische Ton könnte ein besonderes Organ betätigen, ohne daß man nötig hätte, die mechanisch komplizierten Systeme zu Hilfe zu nehmen, die bisher angepriesen worden sind.

Eingesandt 10. April 1912.

(Nach dem Manuskript aus dem Französischen übersetzt von Max Iklé.)

Zur Theorie der Dämpfungsmessungen elektrischer Schwingungskreise.

Von F. Kiebitz.

(Vorgetragen in der Sitzung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 8. November 1912, vgl. Verh. S. 1016.)

Unter den Methoden zur Bestimmung der Dämpfung elektrischer Schwingungskreise nimmt nach dem Vorgang von Bjerknes die Untersuchung von Resonanzkurven eine hervorragende Stelle ein. Sie beruht für die Resonanzkurve des Stromintegrals auf der Berechnung des Stromintegrals in einem Schwingungskreise von veränderlicher Eigenschwingung, wenn er durch eine gedämpfte Sinusschwingung erregt wird.

Diese Rechnung hat Bjerknes 1895 unter zwei vereinfachenden Annahmen durchgeführt: Erstens soll die Dämpfung klein sein und zweitens soll die Resonanzkurve nur in der unmittelbaren Umgebung des Resonanzpunktes benutzt werden.

Eine dritte vereinfachende Annahme, deren Wirkung erst 1908 von M. Wien[1]) untersucht worden ist, besteht darin, daß die Rückwirkung des Schwingungskreises auf die erregende Schwingung außer acht gelassen wird.

Eine andere Theorie der Resonanzkurven hat Drude 1904 auf-

1) M. Wien, Ann. d. Phys. (4) 25, 635, 1908.

gestellt. Er behandelt den Meßkreis zusammen mit dem zu messenden als ein gekoppeltes Gebilde, und führt die Rechnung durch mit den beiden ersten Einschränkungen von Bjerknes sowie für den Fall sehr loser Koppelung.

Diese letzte Einschränkung hat dieselbe physikalische Bedeutung wie die Vernachlässigung der Rückwirkung bei Bjerknes, darum ist Drude auch nicht zu strengeren Formeln gelangt als sie Bjerknes und auf Grund der Theorie von Bjerknes Zenneck abgeleitet haben.

Die Voraussetzungen der Theorie von Bjerknes sind am besten erfüllt, wenn der Meßkreis durch eine sinusförmige Flammenbogenschwingung in sehr loser Koppelung erregt wird, und Fischer[1]) hat gezeigt, wie große Genauigkeiten in diesem Fall die Bjerknesschen Formeln liefern.

Dagegen können diejenigen Fälle, wo dem Primärkreis während des Schwingungsvorganges keine Energie zugeführt wird, also in erster Linie alle Schwingungsvorgänge, die durch Funkenmethoden eingeleitet werden, nur auf Grund der Theorie von Drude erschöpfend behandelt werden.

Von den erwähnten Vernachlässigungen besagt die erste, daß der Einfluß der Dämpfung auf die Frequenz vernachlässigt werden soll. Mit dieser Einschränkung wird man immer rechnen müssen; könnte man jenen Einfluß genügend genau messen, so wäre damit die Dämpfung unmittelbar bestimmt.

Die zweite Einschränkung bedingt einen Fehler, der bei großen Dekrementen erheblich sein kann.

Der Einfluß der dritten Einschränkung ist ohne Kenntnis des Koppelungsgrades überhaupt nicht allgemein angebbar; er zeigt sich in Abweichungen der aufgenommenen Resonanzkurven von der theoretischen Form.

Es ist darum erwünscht, eine Beschreibung der Resonanzkurven zu besitzen, die wenigstens von der zweiten und dritten Einschränkung frei ist, d. h. die für beliebige Verstimmung und Koppelung gilt.

Nun kann man, wie ich an anderer Stelle zeige, die strenge Lösung der Theorie gekoppelter Systeme angeben, mithin kann man nach der Theorie von Drude eine strengere Behandlung der Resonanzkurven durchführen. Dies geschieht in folgender Weise:

Die Theorie gekoppelter Systeme führt zu linearen homogenen Differentialgleichungen vierten Grades; nach Mackù[2]) ist ihre voll-

1) C. Fischer, Ann. d. Phys. (4) 28, 57, 1909.

2) Mackù, Jahrb. 2, 251, 1909.



ständige Lösung auf algebraischem Wege möglich, doch sind bisher keine bequemen Formeln bekannt geworden.

Grundsätzlich führt die vollständige Lösung auf die Lösung einer biquadratischen Gleichung, doch läßt sich für diese im allgemeinen Fall bei geeigneter Schreibweise eine verhältnismäßig einfache kubische Resolvente finden. Wir wollen mit L_1, C_1, W_1 bzw. L_2, C_2, W_2 Selbstinduktion, Kapazität und Widerstand des ersten bzw. zweiten Kreises und mit L_{12} und L_{21} die Gegeninduktionen bezeichnen; sodann sind

$$o_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \qquad o_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}} \tag{1}$$

die Frequenzen, ferner

$$r_1 = \frac{W_1}{2 L_1} \qquad r_2 = \frac{W_2}{2 L_2} \tag{2}$$

die Dämpfungsfaktoren, und

$$k = \sqrt{\frac{L_{12} L_{21}}{L_1 L_2}} \tag{3}$$

die Koppelung der beiden Kreise. Bildet man die Hilfsgrößen:

$$a = \frac{o_1^2 o_2^2}{1-k^2},\ b = \frac{r_1 o_2^2 + r_2 o_1^2}{1-k^2},\ c = \frac{o_1^2 + 4 r_1 r_2 + o_1^2}{1-k^2},\ d = \frac{r_1 + r_2}{1-k^2} \tag{4}$$

und löst man die kubische Gleichung:

$$z^3 - c z^2 - 4(a - b d) z + 4(a c - a d^2 - b^2) = 0 \tag{5}$$

so lassen sich die Eigenschaften des gekoppelten Gebildes auf algebraischem Wege durch die Größen a, b, c, d und z darstellen.

Z. B. findet man bei zwei geschlossenen Schwingungskreisen für das Stromintegral im zweiten Kreise folgenden Ausdruck:

$$J = \int_0^\infty i^2 d t = E \cdot \frac{o_1^2}{2 L_2} \cdot \frac{k^2}{(1-k^2)^2} \frac{b z^2 + 4 a d z - 4(a b + a c d - b^2 d)}{(c^2 - 4 a)(b c d - a d^2 - b^2)} \tag{6}$$

Dabei bedeutet E die dem ersten Kreise zu Beginn des Schwingungsvorganges zugeführte Energie.

Wir wollen nun in diese strenge Formel die erste Vernachlässigung einführen. Die Schwingungsdauer eines gedämpft schwingenden Kreises ist bekanntlich

$$T = 2\pi \sqrt{L C} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{r}{o}\right)^2}$$



Mit der für beide Indizes geltenden Einschränkung:

$$\left(\frac{r}{o}\right)^2 : 1 = 0 \tag{7}$$

nimmt die Gleichung (5) folgende Form an:

$$z^3 - c z^2 - 4 a z + 4 a c = 0 \tag{5'}$$

Die Lösung $z = c$ dieser Gleichung vereinfacht Gleichung (6) zu:

$$\begin{aligned} J &= E \cdot \frac{o_1^{\,2}}{2 L_2} \cdot \frac{k^2}{(1 - k^2)^2} \cdot \frac{b c^2 - 4 a b}{(c^2 - 4 a)(b c d - a d^2 - b^2)} \\ &= E \cdot \frac{o_1^{\,2}}{2 L_2} \cdot \frac{k^2}{(1 - k^2)^2} \cdot \frac{b}{b c d - a d^2 - b^2} \end{aligned}$$

Geht man nun zu den Dämpfungsfaktoren und den Frequenzen über [Gleichungen (4)], wobei jetzt:

$$c = \frac{o_1^{\,2} + o_2^{\,2}}{1 - k^2} \tag{8}$$

zu setzen ist, so wird:

$$J = E \cdot \frac{o_1^{\,2}}{2 L_2} \cdot k^2 \cdot \frac{r_2\, o_1^{\,2} + r_1\, o_2^{\,2}}{r_1\, r_2\, (o_1^{\,2} - o_2^{\,2})^2 + k^2 (r_1\, o_2^{\,2} + r_2\, o_1^{\,2})^2} \tag{9}$$

Die Bjerknessche Formel für das Stromintegral lautet, in den hier benutzten Ausdrücken geschrieben:

$$J = \frac{A^2}{32 \pi \cdot o_1\, o_2} \cdot \frac{r_1 + r_2}{o_1\, o_2\, (o_1 - o_2)^2 + 16 \pi^2 r_1\, r_2\, (r_1 + r_2)^2} \tag{10}$$

Die zweite Einschränkung bei Bjerknes lautet:

$$\left(\frac{o_1 - o_2}{2 o_1}\right)^2 : 1 = 0$$

In denselben Grenzen ist (außer in dem Ausdruck $o_1^{\,2} - o_2^{\,2}$) zu setzen:

$$\left(\frac{o_1 + o_2}{2}\right)^2 = o_1^{\,2} = o_2^{\,2} = o_1\, o_2 \tag{11}$$

Führt man diese Vernachlässigungen in Gleichung (9) ein, so geht diese Formel über in:

$$\begin{aligned} J &= E \cdot \frac{o_1^{\,2}}{2 L_2} \cdot k^2 \, \frac{r_1 + r_2}{4 r_1\, r_2\, (o_1 - o_2)^2 + k^2\, o_1\, o_2\, (r_1 + r_2)^2} = \\ &= E \cdot \frac{o_1^{\,2}\, o_2^{\,2}}{4 r_1\, r_2} \cdot \frac{k^2}{2 L_2} \, \frac{r_1 + r_2}{o_1 o_1 (o_1 - o_2)^2 + k^2 \frac{o_1^{\,2}\, o_2^{\,2}}{4 r_1\, r_2} (r_1 + r_2)^2} \end{aligned}$$

Diese Gleichung stimmt mit der Bjerknesschen überein, wenn man für die Amplitude A^2 schreibt:

$$A^2 = 4\pi \cdot E \cdot \frac{o_1^3 \cdot o_2^3}{r_1 r_2} \cdot \frac{k^2}{L_2}$$

und wenn die Koppelung den Wert hat:

$$k^2 = 16\pi^2 \left(\frac{r_1 r_2}{o_1 o_2}\right)^2 = \frac{\delta_1^2 \delta_2^2}{\pi^2} \tag{12}$$

wobei wir die Dekremente einführen:

$$\delta = 2\pi \frac{r}{o} \tag{13}$$

Die Gleichung (12) besagt innerhalb der Näherungsgrenze (7) und in Übereinstimmung mit der Wienschen Forderung, daß die Koppelung k^2 gegen $\frac{\delta_1 \delta_2}{\pi^2}$ klein sein muß.

D. h. innerhalb der drei Näherungsgrenzen der Bjerknesschen Theorie ist die Formel von Bjerknes für das Stromintegral im Meßkreis mit der strengeren Formel (9) im Einklang.

Die Anwendung der Formel (9) ist dadurch erschwert, daß die Größen o meist von der Größenordnung 10^6 sind, r von 10^3 und k kleiner als 1. Wir wollen darum folgende Hilfsgrößen einführen:

$$x = \frac{o_2^2}{o_1^2} \quad \text{und} \quad w = \frac{r_1}{r_2} \tag{14}$$

dann erhält Gleichung (9) die Form:

$$J = \frac{E}{W_2} \cdot \frac{k^2(1 + wx)}{w(1 - x)^2 + k^2(1 + wx)^2} \tag{15}$$

Untersucht man J als Funktion von x, so stellt Gleichung (15) die für jede Koppelung und für jede Verstimmung gültige Gleichung der Resonanzkurve mit der Annäherung der Gleichung (7) dar, d. h. mit einer Genauigkeit von 2,5 δ^2 Prozent.

Die Kurve zeigt den in Fig. 1 wiedergegebenen Verlauf, während bei Bjerknes die Kurvenform durch Fig. 2 gegeben ist und bei starker Verstimmung den unmöglichen Fall eines negativen Stromintegrals ergibt.

Für jeden Parameter

$$p = \frac{k^2 E}{J W_2}$$



stellt die Gleichung (15) eine quadratische Bestimmungsgleichung für x dar. Ihre Wurzeln x_1 und x_2 sind verknüpft durch:

$$\left.\begin{aligned} x_1 + x_2 &= \frac{p + 2(1 - k^2)}{1 + w k^2} \\ x_1 x_2 &= \frac{w - p + k^2}{w(1 + w k^2)} \end{aligned}\right\} \quad (16)$$

Diese Gleichungen bieten u. a. eine Möglichkeit, aus dem Verlauf einer experimentell gefundenen Resonanzkurve die Koppelung k^2

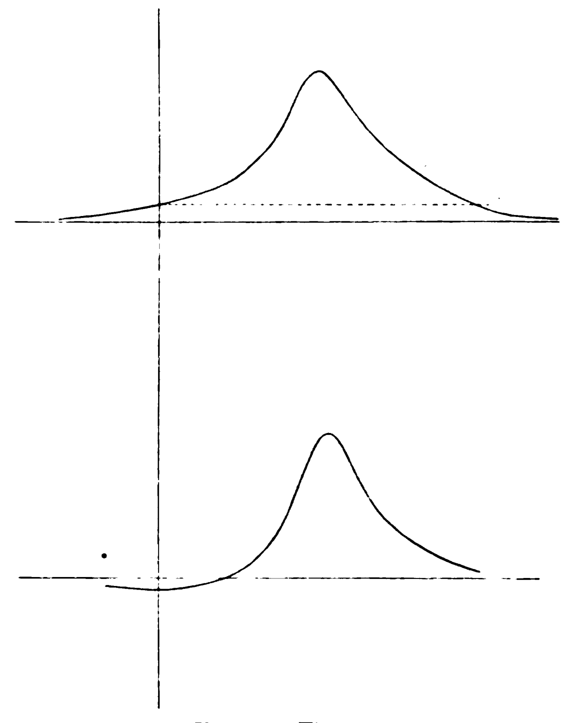


Fig. 1 u. Fig. 2.

zwischen Primärkreis und Meßkreis und das Verhältnis w ihrer Dämpfungsfaktoren zu bestimmen.

Von besonderem Interesse ist der Fall $x_2 = 0$ oder $o_2 = 0$. Er besagt, daß der Kondensator im Meßkreis unendlich groß gestellt ist, oder was auf dasselbe hinausläuft, daß er kurz geschlossen sein soll. In diesem Falle wird $p = w + k^2$, mithin:

$$x_1 = \frac{2 + w - k^2}{1 + w k^2}$$

Der Resonanzfall $o_1 = o_2 = o$ liefert nach Gleichung (9):

$$J_r = \frac{E}{2 L_2} \cdot \frac{1}{r_1 + r_2} \tag{17}$$

Doch ist diese Formel im allgemeinen nur für sehr feste Koppelung anwendbar. Für kleine Werte von k^2 hat der Zähler und der Nenner von Gleichung (15) oder (9) für $o_1 = o_2$ den Wert der vernachlässigten Größen. Die Formel ist also im Resonanzfall für lose Koppelung unbrauchbar.

Soll der Resonanzpunkt bei der Erörterung der Resonanzkurve mit einbezogen werden, so ist es notwendig, eine besondere Rechnung für den Fall $o_1 = o_2 = o$ anzustellen. Die Ausdrücke der Gleichung (4) werden einfacher:

$$\left.\begin{aligned} a\,(1 - k^2) &= o^4 \\ b\,(1 - k^2) &= o^2 d \\ c\,(1 - k^2) &= 2(o^2 + 2 r_1 r_2) \\ d\,(1 - k^2) &= r_1 + r_2 \end{aligned}\right\} \tag{4'}$$

Führt man diese Ausdrücke in Gleichung (5) ein, so findet man eine kubische Gleichung für z, die durch den Ausdruck:

$$z(1 - k^2) = 2 o^2 - (r_1 - r_2)^2 \tag{18}$$

bis auf ein Glied $-(r_1 - r_2)^4 (r_1 + r_2)^2$ erfüllt wird, d. h. die Lösung der Gleichung (18) ist bis auf Glieder dritter Ordnung genau.

Führt man diesen Wert von z neben den Werten der Gleichung (4′) in die strenge Gleichung (6) ein, und berücksichtigt man die Glieder r^2 neben $k^2 o^2$, so findet man eine strengere Formel für J_r, d. h. eine solche, die nicht nur für sehr feste Koppelungen gilt:

$$J_r = E \cdot \frac{k^2 o^2}{2 L_2} \cdot \frac{k^2 o^2 - (r_1 - r_2)^2}{(r_1 + r_2)(k^2 o^2 + 4 r_1 r_2)^2} \tag{19}$$

Man erkennt, daß diese Formel in der Tat in Gleichung (17) übergeht, wenn man die Glieder r^2 neben $k^2 o^2$ vernachlässigen kann.

In Fällen wo k^2 von der Größenordnung $\frac{r^4}{o^4}$ ist, versagt auch diese Formel, und man könnte zur Dämpfungsbestimmung entweder den Resonanzpunkt ausgeschlossen lassen oder eine zweite Annäherung



berechnen. Doch ist in diesem Falle wieder die Theorie von Bjerknes verwendbar.

Leider ist es sehr schwer, kleine Koppelungen zu bestimmen; und darum ist es in vielen Fällen, in denen die Formeln von Bjerknes benutzt werden, ungewiß, ob sie anwendbar sind.

In dieser Richtung sollen die hier mitgeteilten Gleichungen die Formeln von Bjerknes ergänzen.

Steglitz, November 1912.

(Eingesandt 28. November 1912.)

Über Sendeversuche mit Erdantennen.

Von **Franz Kiebitz.**

(Mitteilung aus dem Kaiserl. Telegraphenversuchsamt.)

1. Einleitung. Im Sommer 1911 habe ich Versuche angestellt [1]), bei denen es gelang, auf einem Platze bei Belzig mit Erdantennen aus großen Entfernungen funkentelegraphische Zeichen aufzunehmen und mit einer Benzindynamo für 2 KW. Wechselstromleistung als Kraftquelle über einige 100 km Zeichen zu senden. Die Wirkung der Erdantennen entspricht dem Verhalten von metallischen Einlagerungen mit selektiver Leitfähigkeit an der Oberfläche eines Halbleiters [2]). Eine genaue Beschreibung der Emissions- und Absorptionsvorgänge konnte indessen bisher nicht durchgeführt werden, weil das dielektrische Verhalten der Erdoberfläche und ihre Leitfähigkeit für Hochfrequenzströme sehr wenig bekannt ist.

Um weitere Anhaltspunkte für die Beurteilung der Wirkungsweise von wagerechten Antennen zu erhalten, wurden in den Monaten Februar bis Mai 1912 mit ähnlichen Anordnungen, wie sie in Belzig verwendet worden waren, Telegraphierversuche wiederholt zwischen Berlin, Güstrow, Norddeich und Swinemünde. Die Lage der Stationen und ihre Entfernung sind aus Fig. 1 zu ersehen. Soweit sich die Ergebnisse auf gerichtete Telegraphie beziehen, habe ich sie bereits mitgeteilt [3]).

1) F. Kiebitz, Verh. Deutsch. Phys. Ges. **13**, 876, 1911. Jahrb. **5**, 349, 1912.

2) F. Kiebitz, Ann. d. Phys. **32**, 975, 1910.

3) F. Kiebitz, Jahrb. **6**, 1 ff., 1912.

Würde die Erdoberfläche sich wie ein metallischer Leiter verhalten, so würde sie die in einer dicht an der Erde ausgespannten Leitung erregten Schwingungen ohne wesentliche Absorption fast vollständig reflektieren. Daß die Erdoberfläche trotz ihrer viel geringeren Leitfähigkeit starke Reflexionen der Antennenschwingungen ausübt, beweist das Auftreten der Richtungsunterschiede, die mit Paaren von senkrechten Antennen erzielt werden, wie ich früher ausgeführt habe[1]). Die Anwendung dieser Vorstellungen auf die Erklärung der Wirkungsweise von Erdantennen hat Dr. Burstyn[2]) weitergeführt unter der Annahme, daß dem Grundwasserspiegel ein metallisches Reflexionsvermögen zuzuschreiben sei.

Die folgenden Versuchsergebnisse sollen Beiträge für die Beurteilung der Wirkungsweise von dicht an der Erdoberfläche angeordneten

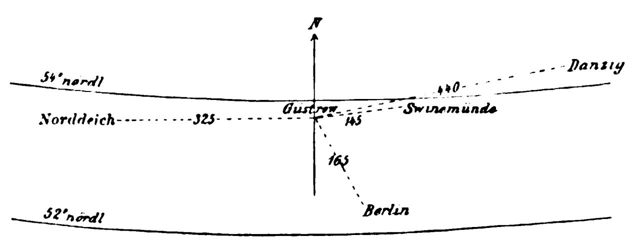


Fig. 1.

Antennen liefern. Im besonderen sollen sie den Einfluß der Bodenbeschaffenheit und der Höhe der Leitungen über dem Erdboden erläutern helfen.

2. Meßverfahren. Die Stärke der auf den Empfangsstellen ankommenden Zeichen wurde nach der Parallelohmmethode bestimmt. Es ist schwer, nach dieser Methode reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, 1. weil es eine subjektive Methode ist, 2. weil sich die Empfindlichkeit des Detektors leicht ändert. Bei sorgfältiger Pflege der Detektoren gelang es einem geübten Beobachter, bei störungsfreiem Empfang unter sonst gleichen Verhältnissen die Einstellung mit einer Zuverlässigkeit von etwa 50 % auszuführen.

Trotz dieser geringen Genauigkeit wurden die Messungen nach der Methode ausgeführt, weil es kein anderes Verfahren zur Messung der geringen Empfangsstärken gibt, das im Gelände brauchbar wäre.

Es ist bei dieser Methode durchaus erforderlich, daß der Beob-

1) F. Kiebitz, Ann. d. Phys. **32**, 967, 1910.

2) W. Burstyn, Jahrb. **6**, 10, 1912.

achter nicht weiß, ob größere oder kleinere Empfangsstärken zu erwarten sind.

Bei den mitgeteilten Versuchen wurde darum stets so verfahren, daß der Beobacßter nicht wußte, mit welcher Anordnung gesendet bzw. empfangen wurde; z. B. wurden in Güstrow eine Stunde lang mit verschiedenen Antennen Zeichen gegeben. Die Antennen wurden alle 5 Minuten gewechselt; bei jedem Wechsel wurde ein anderes Kennwort gegeben. Den Empfangsstationen war es dabei unbekannt, in welcher Weise der Antennenwechsel erfolgte; sie maßen die Lautstärke für jedes Kennwort.

Wenn andererseits in Güstrow mit verschiedenen Antennen empfangen wurde, so wurde auf einer fernen Station etwa eine Stunde lang mit gleichbleibender Energie ein Kennwort ausgesandt. Erforderlichenfalls wurde auf einer dritten Station geprüft, ob die Lautstärke schwankte. Der Beobachter in Güstrow maß während der ganzen Zeit Lautstärken mit verschiedenen Antennen, die angeschaltet und abgestimmt wurden, ohne daß der Beobachter die benutzte Empfangsanordnung sehen konnte.

Dieses Verfahren schützt den Beobachter vor unbewußten Selbsttäuschungen und zeigte, daß man nur bei sehr großen Lautstärkeunterschieden aus einmaligen Beobachtungen mit der Parallelohmmethode Schlüsse über die Empfangsstärken ziehen darf.

Sofern in der vorliegenden Abhandlung zahlenmäßige Lautstärkenangaben gemacht sind, stellen die Mittelwerte aus wochenlangen Beobachtungen dar.

3. Beobachtungen zwischen Norddeich und Swinemünde. In Norddeich wurden zunächst auf 10 m hohen Stangen vom Stationsgebäude aus ungefähr nach Osten und Westen zwei 500 m lange, 5 mm dicke Bronzedrähte ausgespannt. Sie waren durch Porzellandoppelglocken wie Fernsprechleitungen isoliert; die äußeren Enden waren frei.

Diese Leitungen konnten mit 4 KW. Antennenleistung belastet werden, ehe an den äußersten Porzellanglocken Sprühentladungen wahrnehmbar wurden. Die Eigenschwingung (einer Leitung in Form einer Viertelwelle schwingend oder beider Leitungen in Form einer halben Welle schwingend) war kleiner als 2200 m. Sie konnte nicht genau bestimmt werden, weil Zuleitungen von etwa 10 m Länge zum Meßraum notwendig waren. Die statische Kapazität des Antennenpaares betrug etwa 20 m, der Dämpfungswiderstand 30 Ohm.

Die Antennen waren unmittelbar am Wattenmeer ausgespannt und der Untergrund war von Wasser überschwemmt.

Eine kongruente Antenne wurde in Swinemünde unmittelbar am Strande in ostwestlicher Richtung auf 8 m hohen Stützen errichtet. Das Grundwasser war etwa 2 m tief. Ihre Eigenschwingung betrug 2080 m, ihre statische Kapazität 22 m, ihr Dämpfungswiderstand 25 Ohm.

Zwischen diesen beiden Antennen wurden Telegraphierversuche angestellt mit Wellen von 2100—2250 m Länge. Es gelang nur selten, leise Zeichen zu übermitteln, während zwischen der Großstation Norddeich und den wagerechten Antennen in Swinemünde betriebsmäßiger Verkehr möglich war.

Zwischen der Küstenstation in Danzig und den Swinemünder Erdantennen (300 km Entfernung) gelang bei Tag und Nacht wechselseitiger Verkehr mit der Wellenlänge 2000 m. Dabei wurden Lautstärken zwischen 80 und 230 m gemessen.

Beim Empfang von fernen Großstationen fiel auf, daß in Norddeich die englischen Marconistationen Poldhu und Clifden in den wagerechten Leitungen nicht gehört werden konnten, während sie in Swinemünde in den kongruenten Empfangsanordnungen trotz der fast 500 km größeren Entfernung gut zu hören waren.

In Swinemünde wurden vorübergehend die 8 m hohen Leitungen auf 4 m herabgelassen. Es ergab sich alsdann für Senden und Empfangen eine deutliche Verringerung der Fernwirkung.

Da bei früheren Versuchen (Belzig) auf trockenem Boden eine starke Abhängigkeit der Fernwirkung von der Höhe der Leitungen (0—8 m über dem Erdboden) nicht beobachtet worden war, so ist erwiesen, daß die Nähe des Grundwassers die Fernwirkung wagerechter Antennen herabsetzt. Ob dies vorwiegend durch Absorption der Schwingungen im feuchten Boden verursacht wird oder durch Reflexion (Spiegelwirkung) läßt sich experimentell feststellen.

Die Absorption muß sich bei Annäherung an die Erde in einer Vergrößerung des Dämpfungswiderstandes der Antenne bemerkbar machen, die Reflexion dagegen wegen der durch sie verursachten Verminderung der Strahlung in einer Verkleinerung des Dämpfungswiderstandes. Da die wagerechten Antennen in Norddeich einen größeren Dämpfungswiderstand zeigten (25 Ohm) als die wirksameren kongruenten Antennen in Swinemünde (20 Ohm), so muß man schließen, daß in dem sumpfigen Untergrund von Norddeich stärkere Absorptionen auftreten als in dem sandigen Boden bei Swinemünde.

Ein starker Einfluß der Temperatur konnte nicht festgestellt werden. Die Fernwirkung der Erdantennen bei Swinemünde war bei

18° Kälte und hartgefrorenem Boden dieselbe wie bei warmem Frühlingswetter.

Für raschere Schwingungen ist im allgemeinen eine geringere Absorption zu erwarten als für langsame. Aus diesem Grunde wurden die Antennen von Swinemünde auf die Hälfte, d. h. auf zweimal 250 m verkürzt. Wurden sie alsdann mit Wellen zwischen 1000 und 1400 m Länge betrieben, so war die Fernwirkung im Verkehr mit Norddeich und Danzig bei Tag und Nacht nicht geringer, zum Teil sogar besser.

Zwischen einer 250 m langen Antenne in Swinemünde und der Küstenwache in Danzig wurde mehrere Wochen lang ein regelmäßiger Probeverkehr eingerichtet, der mit seltenen Ausnahmen, wo starke Störungen vorhanden waren, stets zustande kam.

Darauf wurden auch die Antennen von Norddeich auf zweimal 250 m verkürzt und zugleich erhöht auf etwa 20 m mittlerer Höhe Wurden diese Antennen mit 2,5 KW. betrieben, so wurde in Swinemünde lauter Empfang erzielt. Auch in Danzig (760 km) wurden die Zeichen gehört, und nach Schiffen in See konnte gelegentlich über mehr als 1000 km telegraphiert werden.

Bei diesen außen freiendigenden Leitungen war die Fernwirkung einer einfachen Antenne (mit Erdleitung am Innenende) in der Regel größer als die eines Antennenpaares; dagegen war die Richtfähigkeit des Antennenpaares ungleich größer als die einer einzelnen Antenne[1]).

4. Beobachtungen in Güstrow. In der Nähe von Güstrow wurde auf dem Bauhofsfeld die in Fig. 2 gezeichnete Antennenanlage errichtet. In der Mitte stand der Schuppen *S*; von hier aus wurden in den vier Haupthimmelsrichtungen 250 m lange Stangenleitungen errichtet. Jede Stange war 15 m hoch und bestand aus zwei gekoppelten Holzstangen.

Die Stangen trugen auf Porzellandoppelglocken drei Leitungen aus 2 mm starkem Bronzedraht, und zwar eine in 15 m Höhe über dem Boden, eine in 5 m und eine in 1 m Höhe.

Die inneren Enden dieser Leitungen waren isoliert in den Schuppen eingeführt und konnten dort an die Sende- und Empfangsgeräte angeschlossen werden.

Die äußeren Leitungsenden wurden entweder frei endigend verwendet oder über Leidener Flaschen an die Erde angeschlossen.

In der Mitte des Platzes dicht neben dem Schuppen wurde ein 5 m hoher Bock aus Telegraphenstangen errichtet, auf dem mit Glas-

1) Vgl. Jahrb. 6, 7. 1912.

körpern isoliert ein 25 m hoher Kometmast aufgestellt wurde. Dieser Mast diente als Träger einer 30 m hohen Schirmantenne, die aus dem Stahlmast als Zuleitung und einen Schirm aus acht 20 m langen Kupferdrähten bestand.

In der Umgebung des Schuppens war ein Erdleitungsnetz vergraben, bestehend aus vier sternförmig angeordneten 25 m langen

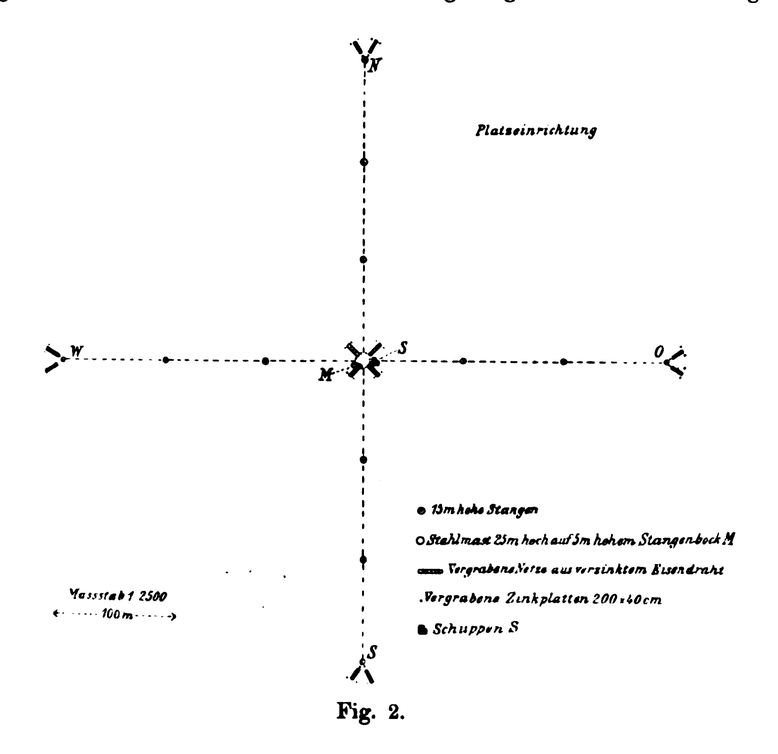


Fig. 2.

verzinkten Eisendrahtnetzen und 16 Zinkblechen von 200×40 cm² Oberfläche.

4 kleinere fächerförmige Erdleitungen, bestehend aus je 2 Netzen und 6 Zinkplatten von der angegebenen Größe wurden an den Außenenden der Stangenleitungen vergraben.

Die Widerstände dieser Erdleitungen betrugen für die Außenerden 8—9 Ohm, für die mittlere etwa 1 Ohm, gemessen mit langsamem Wechselstrom.

Die Eigenschwingung eines Antennenpaares betrug 1040 bis 1070 m, seine Kapazität 800—900 cm, ebenso wie die Kapazität der

Schirmantenne; infolgedessen konnte die Schirmantenne mit denselben Mitteln auf eine bestimmte Wellenlänge abgestimmt werden, wie ein gerichtetes Antennenpaar.

Als Kraftstation für Sendeversuche diente eine Benzindynamo, die vorübergehend bei voller Belastung etwa 2 KW. Schwingungsleistung herzustellen gestattete. Es wurde mit tönenden Löschfunken gearbeitet. Die Schwingungskreise bestanden aus Leidener Flaschen und verstellbaren Ölkondensatoren; die zugehörigen Spulen wurden an Ort und Stelle hergestellt und so bemessen, daß mit folgenden Wellenlängen gesendet werden konnte:

970, 1340, 1840, 2370, 3200, 3900, 5000 m

Mit kleineren Wellen konnten die liegenden Antennen wegen ihrer großen Eigenschwingung nicht wirksam erregt werden.

Den wagerechten Antennen konnten 2 KW. Schwingungsleistung zugeführt werden, ohne daß Isolationsschwierigkeiten auftraten. Dagegen versagte die viel stärker isolierte Schirmantenne bereits, wenn sie mit dem vierten Teil der vollen Leistung belastet wurde, weil die auftretenden Spannungen bedeutend höher sind als in Erdantennen. Eine Verstärkung der Schirmisolationen war wegen des größeren Gewichtes ausgeschlossen, weil bei den herrschenden Stürmen die Schirmantenne an der Grenze der Standfestigkeit war.

Diese Antennen wurden erprobt im Wechselverkehr mit den Küstenwachen Norddeich (320 km), Swinemünde (150 km), Danzig (450 km), mit den beschriebenen wagerechten Antennen von Norddeich und Swinemünde, einer Versuchsstation in Berlin-Schöneberg (170 km) mit 40 m hoher Reußenantenne und einer Versuchsstation des Telegraphenversuchsamts in Berlin, die mit einem rechtwinkligen Kreuz von vier 100 m langen über die Dächer gespannten einfachen Drähten ausgerüstet ist.

Die günstigste Wellenlänge wurde geprüft, indem eine Station der Reihe nach mit allen verfügbaren Wellenlängen sandte, während die anderen gleichzeitig Lautstärken maßen.

Es ergab sich übereinstimmend, daß unabhängig von der Antennenart die Lautstärken bei Tag und Nacht um so größer waren, je kleiner die Welle war. Wellen über 2000 m reichten kaum von Güstrow nach Swinemünde, die kleinen Wellen (unter 800 m) wurden in den Erdantennen noch gehört, obgleich sie nicht abgestimmt werden konnten.

Hieraus ergibt sich in Übereinstimmung mit sonstigen Erfah-

rungen über den Gebrauch verschiedener Wellen, daß für Entfernungen von einigen hundert Kilometern zur Erzielung großer Lautwirkungen möglichst kleine Wellen günstig sind.

Bei Tage wird jedoch erfahrungsgemäß die Ausbreitung der Wellen um so stärker beeinträchtigt, je größer die Entfernung und je kleiner die Welle ist.

Aus diesen Gründen wurde als normale Telegraphierwelle für die Güstrower Versuche die Welle 1350 benutzt, weil diese Welle in allen Erdantennen mit und ohne Endkondensatoren bequem erregt werden konnte und bei Tag und Nacht gut hörbar war, mit Lautstärken, die bei den vorkommenden Entfernungen noch nicht allzu stark schwankten.

Bei Empfangsmessungen war die 30 m hohe Schirmantenne einer 250 m langen 15 m hohen Leitung (in Verbindung mit der mittleren Erdleitung) mit isoliertem Außenende gleichwertig.

Beim Senden wurden mit der Schirmantenne wesentlich kleinere Lautstärken auf den Empfangsstationen erzielt als beim Senden mit einer 15 m hohen Leitung, offenbar weil die Schirmantenne nicht mit der vollen Leistung belastet werden konnte.

Die Fernwirkungen stiegen sowohl beim Senden wie beim Empfangen mit den Leitungen von 1 m, 5 m und 15 m Höhe bei freien Außenenden und zwar im ungefähren Lautstärkenverhältnis von 200:50:20 Ohm.

Mit Endkondensatoren von ähnlicher Kapazität wie die der Leitungen ergab sich eine geringere Abhängigkeit der Fernwirkung von der Höhe der Leitung.

Im allgemeinen war für Senden und Empfangen die Wirkung eines gerichteten Antennenpaares geringer als die einer wenig gerichteten Einzelleitung in Verbindung mit der mittleren Erdleitung.

Wurden die Außenenden der Leitungen jedoch nicht frei endigend verwendet, sondern über einen geeigneten kleinen Kondensator (etwa 1700 cm Kapazität) an die Erdleitung angeschlossen, so ergab das Antennenpaar in der Regel größere Fernwirkungen als eine einzelne Antenne; teilweise war es sogar günstiger als eine einzelne Antenne mit freiem Ende.

Um etwaige elektrische Ungleichmäßigkeiten der vier Antennen des Güstrower Kreuzes zu erkennen, wurden sämtliche Antennen einzeln und paarweise gemessen, sowohl mit wie ohne Endkondensatoren. Es wurden bestimmt die Eigenschwingung, die Kapazität (für lange Wellen), das Dämpfungsdekrement für die hauptsächlich benutzte Telegraphierwelle 1340 m sowie der Dämpfungswiderstand für diese Welle.

Die Messungen wurden von Herrn A. Klages ausgeführt; ihre

Ergebnisse sind in den Tabellen 1 u. 2 zusammengestellt. Sie zeigen, daß die Antennen in den verschiedenen Himmelsrichtungen nahezu gleiche Eigenschaften hatten, daß also der Untergrund auf dem ganzen Stationsplatz keine elektrischen Ungleichförmigkeiten aufwies.

Tabelle 1. Messungen bei freien Enden.

Antennen-richtung	Antennen-höhe m	Wellenlänge der Eigen-schwingung m	Kapazität (für große Wellen) m	Dämpfung bei 1350 m Welle: Dekrement	Dämpfung bei 1350 m Welle: Widerstand in Ohm
Nord	15	1065	14,5	0,061	12
»	5	1090	15,5	0,076	14
»	1	1200	18,0	0,118	19
Süd	15	1070	14,25	0,062	12,5
»	5	1100	15,0	0,096	18,5
Ost	15	1045	14,1	0,044	9
»	5	1055	14,4	0,073	15
»	1	—	21,5	0,123	17
West	15	1075	14,4	0,048	10
»	5	1105	15,3	0,081	15
»	1	1160	17,7	0,107	17
Ost-West-Paar	15	1060	7,25	0,056	22
»	5	1100	7,55	0,097	37
»	1	—	13,35	0,146	32
Nord-Süd-Paar	15	1060	7,0	0,059	24
»	5	1065	7,85	0,105	39
»	1	—	12,00	—	—

Tabelle 2. Messungen mit Endkondensatoren.

Antennen-richtung	Antennen-höhe m	Wellenlänge der Eigen-schwingung m	Kapazität m	Dämpfung: Dekrement	Dämpfung: Widerstand in Ohm
Nord	15		24,3	0,105	13
»	5		25,1	0,159	19
Süd	15		23,6	0,108	13
»	5		24,3	0,171	14
Ost	15	1690	24,6	0,103	12
»	5		23,3	0,163	20
»	1		24,75	0,188	21
West	15	1740	23,0	0,107	14
»	5	1750	23,9	0,165	20
»	1		26,0	0,193	21
Nord-Süd-Paar	15		13,45		
»	5		13,7	0,135	29
Ost-West-Paar	15	1730	12,75	0,115	26
»	5		13,0	0,165	36
»	1		14,4	0,192	38

Die Wellenlänge bei frei endigenden Leitungen war durchweg etwas größer als die vierfache Antennenlänge (1000 m); daraus geht hervor, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen auf diesem Boden etwas kleiner als die Lichtgeschwindigkeit war.

Bei der Annäherung der Leitungen an den Erdboden von 15 auf 5 und auf 1 m wurde die Eigenschwingung um mehrere Prozent größer; ebenso wuchs die Kapazität.

Die Dämpfungsdekremente waren bei der Benutzung von Endkondensatoren größer als bei freien Außenenden. Auch stiegen sie beträchtlich bei der Annäherung an die Erde. Doch waren die gemessenen Größen noch klein genug, um eine ausreichende Abstimmung der Wellen zu ermöglichen.

Immerhin zeigen die gemessenen Werte, daß eine weitere Vergrößerung der Dämpfung wie man sie durch Benutzung mehrerer paralleler Drähte in jeder Antenne erreichen kann, nicht zu empfehlen ist, weil dann die Abstimmfähigkeit der Wellen sehr bald ungenügend wird.

Die Dämpfungswiderstände hatten größere Werte, als sie bei T-förmigen und bei Schirmantennen üblich sind. Infolgedessen konnten die wagerechten Antennen mit der vollen verfügbaren Schwingungsleistung (2 KW.) belastet werden, ohne daß die zur Isolation benutzten Doppelglocken versagt hätten. Dieser große Vorteil der Erdantennen, ohne große Isolationsmittel hohe Leistungen aufnehmen zu können, hat sich bei allen bisherigen Versuchen regelmäßig herausgestellt.

Mit Norddeich, Swinemünde und Berlin wurde zu allen Tageszeiten zuverlässiger wechselseitiger Verkehr mit den 15 m hohen Antennen erzielt.

In Danzig (450 km) wurden die Zeichen von Güstrow nur selten empfangen; und ebenso konnten in Güstrow die Zeichen von Danzig nur selten gehört werden.

Die niedrigen Einzelantennen ergaben kleinere Lautstärken; in einer 15 m hohen Antenne wurde beispielsweise beim Empfang von Norddeich 1 Ohm Lautstärke gemessen, bei 5 m Höhe 5 Ohm und bei 1 m Höhe 8 Ohm.

Wurden die wagerechten Antennen mit freien Enden benutzt, so war in der Regel die Fernwirkung einer einfachen Antenne mit geringer Richtfähigkeit größer als die eines Antennenpaares mit starkem seitlichen Minimum. Dagegen wurden mit dem Antennenpaar größere Fernwirkungen erzielt als mit einer Einzelantenne, wenn an die Außenenden Leidener Flaschen mit geerdeter Außenbelegung angeschlossen

waren. Die Kapazität dieser Flaschen war dabei der Antennenkapazität der Größenanordnung nach gleich.

5. Wirkungsweise von Antennen, im besonderen von wagerechten Antennen. Auf Grund der Vorstellungen der Maxwellschen Theorie läßt sich eine Beschreibung der Strahlungsvorgänge, welche die mitgeteilten Ergebnisse ungezwungen erklärt, in folgender Weise entwickeln.

Bekanntlich haben die radiotelegraphischen Sendeeinrichtungen die Aufgabe, stehende elektrische Schwingungen zu erzeugen, entweder zunächst in einem geschlossenen Schwingungskreise oder unmittelbar in der Antenne; hierzu dienen Gasentladungen oder Hochfrequenzmaschinen. Zweitens hat der Sender die Aufgabe, die Energie der stehenden Schwingungen in die Energie der fortschreitenden Wellen umzuwandeln; hierzu dient die Antenne.

Welche Eigenschaften die Antenne befähigen, einen Energiestrom in den Raum zu entsenden, hat in erster Linie Abraham (Theorie der Elektrizität **2**, 286 ff. 1905) untersucht im Zusammenhang mit den Strahlungserscheinungen bei einem Hertzschen Sender.

Die abgestimmten Antennen der Radiotelegraphie unterscheiden sich von dem geradlinigen Hertzschen Sender im allgemeinen durch ihr viel geringeres Strahlungsvermögen, weil sie wegen ihrer Form ein Mittelding zwischen einem Hertzschen Sender und einem geschlossenen Schwingungskreise darstellen. Während nämlich der Strahlungswiderstand eines in Form einer Viertelwelle schwingenden geradlinigen Senders, dessen unteres Ende an eine unbegrenzte Metallfläche angeschlossen ist, einem in den Strombauch eingeschalteten Ohmschen Widerstand von etwa 73 Ohm entspricht, beträgt der Dämpfungswiderstand einer Schirm- oder T-förmigen Antenne nur etwa 5 Ohm. Dabei ist dieser Dämpfungswiderstand die Summe aus Strahlungswiderstand und den im allgemeinen wenig bekannten Verlustwiderständen.

Die Verlustwiderstände kann man durch geeignete Bauart des Senders auf ein geringes Maß zurückführen, soweit sie ihre Ursache in der Antennenanordnung selbst haben. Diejenigen Verluste dagegen, die in der näheren Umgebung des Senders auftreten, d. h. in einer Entfernung, welche gegenüber der Wellenlänge nicht groß ist, entziehen sich der Beurteilung vollständig. Sie zeigen sich darin, daß der Aufstellungsort einer Station von Einfluß auf ihre Reichweite ist.

Die notwendige Vorbedingung für das Zustandekommen einer Strahlung ist, daß der Strom in der Antenne nicht quasistationär

ist, daß also die Antenne verteilte Kapazität und Selbstinduktion besitzt.

Eine zum Leiter senkrechte Komponente des Energiestromes tritt nach Abraham an jeder Stelle des Leiters auf, an der Abweichungen vom quasistationären Stromverlauf, oder Stromstauungen vorkommen, wo also der Strom einem im Leiter vorhandenen Felde entgegenfließt.

Die Vorbedingung der verteilten Kapazität ist für einen geraden Draht, der im freien Raum in seiner Eigenperiode schwingt, am vollständigsten erfüllt. Sie ist indessen eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung. Erregt man z. B. auf einer Paralleldrahtleitung solche stehende Schwingungen, bei denen neben jedem Leiterteil ein Teil der Parallelleitung liegt, in welchem Strom von derselben Amplitude und in entgegengesetzter Richtung fließt (z. B. Lechersches System), so kommt keine Fernwirkung zustande, weil jeder ferne Punkt von zwei Erregungen gleicher Amplitude, aber entgegengesetzter Phase ohne erheblichen Gangunterschied getroffen wird, so daß die beiden Erregungen sich durch Interferenz aufheben.

Bei einem einfachen, geradlinigen Draht, der im freien Raum in Form einer halben Welle schwingt, addieren sich dagegen die Wirkungen sämtlicher Erregungen in der Äquatorebene, weil sie dort mit gleicher Phase und ohne Gangunterschiede eintreffen. In der Richtung des Drahtes dagegen interferieren sie mit großen Gangunterschieden.

Bei einer Antenne von wesentlich senkrechter Ausdehnung ist es in seltenen Fällen möglich, die günstigen Strahlungsbedingungen eines geradlinigen Leiters herzustellen. Im allgemeinen wird man wegen der begrenzten Höhe und der großen Wellenlängen sich mit geringen Strahlungswiderständen begnügen müssen. Um die Antenne trotz begrenzter Höhe auf beliebig große Wellenlängen abstimmen zu können, muß man dabei entweder die Kapazität ihres oberen, spannungführenden Teiles vergrößern oder die Selbstinduktion ihres unteren, stromführenden Teiles.

Im allgemeinen wird es vorgezogen, die Antennenkapazität zu vergrößern. Dieses hat konstruktive Vorteile. Die Strahlungsfähigkeit dagegen hängt in erster Linie von der Verteilung der Kapazität ab, nicht aber von ihrer absoluten Größe. Im besonderen ist es bei den unvermeidlichen Eisenteilen der Türme und Abspannungen wichtig, daß das elektromagnetische Feld durch die hohen Kapazitäten dieser Teile nicht wesentlich beeinflußt wird.

Man hat darum die Möglichkeit, auch mit Luftantennen, deren

Höhe nur einen Bruchteil der benutzten Viertelwellenlänge ausmacht. starke Fernwirkungen zu erzielen. Doch wäre die Beurteilung ihrer Brauchbarkeit ohne eine Besprechung des Detektors auf der Empfangsseite unvollständig. In neuerer Zeit werden vorwiegend integrierende Empfänger verwendet. Diese ergeben für dieselbe ankommende Energie dieselbe Empfangsstärke, unabhängig davon, ob ein stark gedämpfter Wellenzug mit großer Anfangsamplitude oder ein schwachgedämpfter mit kleiner Anfangsamplitude einfällt. Es kommt darum in erster Linie darauf an, daß im Sender ein möglichst großer Bruchteil der Antennenleistung in die Leistung fortschreitender Wellen verwandelt wird, daß also die Dämpfung des Senders — unabhängig von ihrem Zahlenwerte — im wesentlichen durch ihre Strahlung, nicht durch Verluste bedingt ist. Der Strahlungswirkungsgrad der Antenne soll günstig sein, der zahlenmäßige Betrag des Strahlungswiderstandes spielt eine untergeordnete Rolle.

So sehr man nun auch bemüht ist, die Verlustwiderstände von senkrechten Antennen durch geeignete Bauart und Aufstellung des Senders klein zu machen, ist ihre sichere Messung doch außerordentlich schwierig; namentlich beim Arbeiten mit großen Wellenlängen verwendet man darum, um große Strahlungswirkungsgrade erzielen zu können, mit Vorteil Antennen von großer Ausdehnung in wagerechter Richtung, wie es zuerst Marconi getan hat.

Es liegt auf der Hand, daß die notwendige Bedingung für das Zustandekommen einer großen Strahlung, nämlich stark verteilte Kapazität, sich für ein solches Gebilde leicht erfüllen läßt. Dies wird um so leichter möglich sein, je kleiner die seitliche Ausdehnung der Antenne ist gegenüber der Tiefe, bis zu welcher die Schwingungen in den Erdboden eindringen, d. h. je schmaler die Antenne ist; denn eine breite wagerechte Antenne nähert sich ihrer Form nach wiederum einem geschlossenen Schwingungskreise und gibt damit die Vorteile der großen wagerechten Ausdehnung preis.

Eine zweite Frage ist es, ob die Erfüllung dieser notwendigen Bedingung (stark verteilte Kapazität) trotz der Nähe der Erde ausreicht, um einen genügend großen Strahlungswirkungsgrad zu ermöglichen. Damit sie hinreicht, ist es erstens erforderlich, daß bei wagerechter Antennenanlage die Dämpfungswiderstände durch Absorption der Schwingungen in der schlecht leitenden Erdoberfläche nicht so große Werte annehmen, daß der Strahlungswirkungsgrad ungünstig wird. Zweitens ist es notwendig, daß die Schwingungen in der Umgebung der Antenne tief genug in die Erdoberfläche eindringen können und

nicht bereits dicht an der Erdoberfläche metallisch reflektiert werden; denn eine solche Reflexion in unmittelbarer Nachbarschaft der Antenne würde, da sie mit Phasenumkehr stattfindet, für die Fernwirkung das Auftreten eines Spiegelbildes der Antennenschwingung von entgegengesetzter Phase bedeuten und mithin die Fernwirkung stark herabsetzen.

Daß trockener Boden nur geringe Reflexionen ausübt, feuchter dagegen stärkere, ist durchaus wahrscheinlich und wird durch die Erfahrung bestätigt, daß die Höhe über dem Erdboden auf trockenem Untergrund keine wesentliche Rolle spielt, dicht über dem Wasser hingegen günstig ist.

Indessen ist aus den beschriebenen Versuchen sowie aus den Versuchen von Hausrath und Mosler[1]), bei denen Antennen 1 m über dem Wasser und sogar im Wasser erfolgreich verwendet werden, zu entnehmen, daß das Wasser keine metallische Spiegelung der Schwingungen ausübt, sondern daß die Schwingungen mit merklicher Amplitude in das Wasser eindringen.

Da die Leitwerte und das dielektrische Verhalten des Erdreichs gegenüber den Schwingungen der Radiotelegraphie fast völlig unbekannt ist, so bleibt zunächst nur übrig, die Abhängigkeit der Fernwirkung wagerechter Antennen von der Bodenbeschaffenheit und der Höhe über dem Erdboden erfahrungsmäßig festzustellen.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen ist zu entnehmen, daß bei der Verringerung der Fernwirkung mit dem Abstand von nassem Boden die Absorption der Schwingungen in der Erde die Hauptrolle spielt, denn es wurde durchweg eine Vergrößerung der Dämpfung mit Annäherung an die Erde festgestellt, während im Gegenteil eine Verkleinerung sich hätte zeigen müssen, wenn die Reflexionserscheinungen die Hauptrolle spielten.

Als großer Vorteil der wagerechten Antennen ist es dabei anzusehen, daß man von den schädlichen Absorptionen schon bei verhältnismäßig geringer Höhe genügend frei wird, um mit wagerechten Antennen dieselben Fernwirkungen zu erzielen wie mit senkrechten.

6. Die Ausbreitungsvorgänge. Es scheint mir am Platze zu sein, unabhängig von dem Zustandekommen der Strahlung, erneuert die verschiedenen Möglichkeiten zu besprechen, wie die Ausbreitungsvorgänge beschrieben werden können.

Die Erfahrungstatsachen sprechen dafür, daß man mit einem Eindringen der Wellen in die Erdoberfläche bis zu Tiefen, die mit der Wellenlänge vergleichbar sind, höhstens in sehr geringem Maße rechnen

1) Elektrot. Ztschr. **33**, 883 u. 884, 1911.

kann, daß sich die Erde also in erster Annäherung den fortschreitenden Wellen gegenüber wie eine leitende Fläche verhält.

Der hochfrequente Wechselstrom in der Antenne stellt, von der Strahlung abgesehen, bei abgestimmten Antennen eine stehende Schwingung dar. Er schließt sich zum Teil als Verschiebungsstrom in der Luft, zum Teil in der Erde, und zwar in der Erde je nach dem größeren oder kleineren Feuchtigkeitsgehalt zu einem mehr oder weniger großen Teil als Leitungsstrom, zum übrigen Teil als Verschiebungsstrom.

Da die Dielektrizitätskonstante des Erdreichs größer als die der Luft ist, so muß das Auftreten starker Verschiebungsströme sich bei den stehenden Schwingungen in wagerechten Leitungen durch eine Vergrößerung ihrer Eigenschwingung bemerkbar machen; solche Vergrößerungen wurden beobachtet und waren über trockenem Boden besonders groß (etwa 5 : 4), auch über Wasser waren sie vorhanden, jedoch in geringerem Maße (2080 : 2000).

Bei der Wellenausbreitung über Gelände, in dem starke Verschiebungsströme auftreten, ist eine Verringerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und damit eine Brechung der Wellen in die Erde hinein die notwendige Folge.

Wenn man in erster Annäherung von diesen Brechungserscheinungen absieht, so kann man den Ausbreitungsmechanismus an der Erdoberfläche mit gleicher Berechtigung beschreiben entweder durch Ladungen, die sich an der Erdoberfläche ausbreiten, oder durch wechselnde elektrische Felder, die mit wesentlich senkrechten Komponenten in der Atmosphäre fortschreiten, oder durch magnetische Wechselfelder, die sich mit wagerechten (zur Fortpflanzungsrichtung senkrechten) Komponenten ausbreiten.

Nach der ersten Lesart wird die Empfangsantenne dadurch erregt, daß ihr im Fußpunkt Ladungen zugeführt werden, nach der zweiten dadurch, daß durch ein einfallendes elektrisches Feld Spannung in ihr erregt wird, nach der dritten dadurch, daß sie von den über sie hinwegflutenden magnetischen Kraftlinien geschnitten wird.

Alle drei Lesarten sind verschiedene Beschreibungen desselben Naturvorganges und führen zu denselben Ergebnissen. Sie sind gleichberechtigt; ihre Verschiedenheiten beruhen in der Anschauungsweise und haben mit dem Wesen der Naturvorgänge nichts zu tun. Man kann in jedem einzelnen Falle diese drei Vorstellungen durchführen: doch gelangt man je nach dem einzelnen Falle auf dem einen oder

anderen Wege in bequemerer Weise zu anschaulichen Beschreibungen der Vorgänge.

Die Ausbreitungsvorgänge lassen sich bei den Erdantennen, besonders bei solchen mit Endkondensatoren, wie mir scheint, unter dem Bilde von Ladungsausbreitungen am faßlichsten beschreiben. Auch hat schon früher Leher, und ebenso in seinem französischen Patent 398 387 vom 9. Januar 1909 Fessenden diesen Weg gewählt.

7. Schluß. Die mitgeteilten Versuche zeigen, daß die Fernwirkung wagerechter Antennen in höherem Maße als die senkrechter Antennen von der Bodenbeschaffenheit des Aufstellungsortes abhängt. Doch kann man mit verhältnismäßig niedrigen Stützen (10 m) selbst bei sehr hohem Grundwasserstand bei einigen hundert Metern Länge der wagerechten Antennen ähnliche Fernwirkungen für Senden und Empfangen erzielen wie mit wesentlich höheren Masten.

Der Fall, daß die Höhe der Leitung über dem Erdboden keine nachweisbare Rolle spielt, ist auf Untergrund beschränkt, der bis zu großer Tiefe trocken ist und schlecht leitet.

Die Möglichkeit, bei ungünstigem Boden durch geringe Erhöhung der Stützen eine erhebliche Verbesserung der Fernwirkung zu erhalten, bildet einen Vorteil der liegenden Antennen neben ihrer großen Belastungsfähigkeit.

Die Wirkungsweise der Erdantennen beruht auf der Möglichkeit sehr großer Strahlung. Ihr Verhalten entspricht der Wirkung von selektiv leitenden metallischen Einlagerungen an der Oberfläche eines Halbleiters.

Der Mechanismus der Emissionsvorgänge kann dabei ohne die bisher fehlende zahlenmäßige Kenntnis der Leitwerte und des dielektrischen Verhaltens der Erdoberfläche nicht beweisend beschrieben werden. Mit Sicherheit ist jedoch anzunehmen, daß das Absorptionsvermögen feuchten Erdreichs den Strahlungswirkungsgrad stärker beeinflußt als sein Reflexionsvermögen (Spiegelwirkung).

Ein Eindringen der Schwingungen in die Erdoberfläche ist selbst bei Wasser noch in beträchtlichem Maße anzunehmen. Tiefen, die mit der Wellenlänge vergleichbar sind, kommen dabei nicht in Betracht.

Berlin, Dezember 1912.

(Eingesandt 31. Dezember 1912.)

Referate.

Wir entnehmen der Elektrot. Ztschr. Heft 49, 1912 folgendes:

Über die Wirkungsweise der Erdantenne[1].

Nach der Burstynschen Ansicht soll das trockene Erdreich gewissermaßen an Stelle von Masten der drahtlosen Telegraphie treten und so die Drähte der Horizontalantennen in bestimmtem nicht zu kleinem Abstande vom Grundwasser halten, weil „sonst der Abstand der Antenne, also das Moment der Dipole und somit ihre Fernwirkung zu gering würde, gerade so, als ob die Maste sehr niedrig wären". Dieser Kernpunkt der Hypothese ist durch gelungene Empfangsversuche über 400, 500 und 750 km bei sehr kleinem Antennenabstand vom Grundwasser wohl als widerlegt zu betrachten. (Hausrath: Antenne 1 m unter Wasserfläche, Mosler: Antenne 0,5 m direkt über Wasserspiegel, Kiebitz: Antenne 5 m über feuchtem Erdreich bei sehr hohem Grundwasserstand.)

Demnach kann der Antennenabstand vom Grundwasserspiegel nicht die ausschlaggebende Bedeutung haben, welche Herr Dr. Burstyn ihm zuschreibt, da auch bei kleinem Abstande erhebliche Reichweiten erzielt wurden.

Wie sich die Verhältnisse bei Meereswasser gestalten, dieser Fall stand überhaupt nicht zur Diskussion und wäre interessant, erst einmal experimentell nachzuprüfen. Ich glaube aber, daß trotz höherer Leitfähigkeit des Salzwassers, entgegen der Burstynschen Hypothese, Empfangsversuche erfolgreich sind.

Zehlendorf-West, 12. Oktober 1912.

H. Mosler.

Erwiderung.

Herr Mosler scheint übersehen zu haben, daß ich in meiner Erwiderung auf S. 884 der „Elektrot. Ztschr." 1912 eine Erklärung auch für den Fall gegeben habe, daß ein Grundwasserspiegel nicht vorhanden ist, wobei nur vorausgesetzt war, daß die oberen Erdschichten eine gewisse mittlere Leitfähigkeit besitzen. Ein ausführlicher Aufsatz darüber ist in Bd. 6, Heft 1[2]) des „Jahrbuches für draht-

1) Vgl. Elektrot. Ztschr. 1912, S. 615, 626, 883, 1068 u. Jahrb. 6, 359, 1912.

2) Dieser Aufsatz konnte wegen Raummangel erst im Heft 4 S. 333 1913 erscheinen. Redaktion des Jahrbuches.

lose Telegraphie und Telephonie" erschienen, und es genügt wohl, wenn ich darauf verweise. Aber auch abgesehen davon habe ich in der oben genannten Erwiderung dargelegt, daß die Versuche von Hausrath und Mosler einander widersprechen und auch an sich nicht viel beweisen. Der Versuch von Kiebitz mit 5 m Abstand von feuchtem Boden bestätigt nur meine Ansicht, denn 5 m sind gewiß nicht ein „sehr kleiner Abstand".

Die Verhältnisse bei Meerwasser standen nicht zur Diskussion, meint Mosler. Das beruht auf einer Verwechslung. Ich habe in meinem Aufsatze dieses Thema berührt, und die Diskussion darüber hat Mosler selbst begonnen.

Berlin, 1. November 1912.

Dr. W. Burstyn.

Ich bedauere, in dieser Frage noch einmal das Wort ergreifen zu müssen, um einige Stellen der letzten Erwiderung des Herrn Dr. Burstyn „Elektrot. Ztschr." 1912, S. 1280, berichtigen zu können.

Herr Dr. Burstyn scheint dort übersehen zu haben, daß ich bereits in meiner Erwiderung „Elektrot. Ztschr." 1912, S. 1068 auf das Nichtzutreffende seines Hinweises, S. 884, der Empfang über die Wasserfläche könnte durch die mittelmäßige Leitfähigkeit resp. die unbekannte geologische Schichtung des Bodens, welche Winkeländerung des elektrischen Feldes bedingt, hervorgerufen sein, näher eingegangen bin.

Ich muß hier nochmals darauf aufmerksam machen, daß dieser Einwand für die Versuche von Hausrath und mir nicht stichhaltig ist, da die Untersuchungen nicht über trockenem Boden, sondern über relativ gut leitende Wasserflächen angestellt wurden, bei denen man einen ziemlich senkrechten Verlauf des elektrischen Feldes zum Seespiegel wohl voraussetzen darf. Die Burstynsche Hypothese, sobald sie einen bestimmten nicht zu kleinen Abstand vom Grundwasserspiegel und als Auflagefläche für die Antennendrähte möglichst trockenes Erdreich verlangt, ist also nach wie vor anfechtbar und durch getrennte Versuche zweier Beobachter widerlegt.

Hoffentlich bin ich im nächsten Sommer in der Lage, über Empfangsversuche, die auf gut leitendem Meereswasser angestellt sind, berichten zu können, vorläufig muß ich mir versagen, hierüber zu diskutieren.

Auch den vermeintlichen Widerspruch zwischen meinen Beobachtungen und denen des Herrn Hausrath, den Herr Dr. Burstyn

nochmals erwähnt, habe ich an gleicher Stelle „Elektrot. Ztschr." 1912, S. 1068, mich bemüht, zu widerlegen; ich erinnere nochmals an die zunehmende Absorption der Welle mit der Wassertiefe, welche meine damalige Bemerkung wohl hinreichend erklärt.

Ferner schreibt Herr Dr. Burstyn, meine Versuche und die des Herrn Hausrath beweisen nicht viel. Erneut bitte ich, diese Behauptung, wie bereits von mir auf S. 1068 erbeten, begründen zu wollen.

Diese Versuche haben doch einwandfrei festgestellt, daß eine Horizontalantenne ohne großen Abstand vom Grundwasserspiegel und ohne dazwischen liegendes Erdreich als guter Empfänger auch auf große Entfernungen wirksam ist.

Weiter ist Herrn Dr. Burstyn, in dem Bestreben, durch ein wirkungsvolles Zitat seine Theorie zu stützen, ein Versehen unterlaufen, er schreibt:

> „Ein ausführlicher Aufsatz darüber (gemeint ist, daß ein Grundwasserspiegel nicht vorhanden und die oberen Erdschichten eine gewisse mittlere Leitfähigkeit besitzen) ist in Band VI, Heft 1[1]) des Jahrbuches für drahtlose Telegraphie und Telephonie erschienen, und genügt es wohl, wenn ich darauf verweise."

Hierin erblicke ich eine kleine Fahrlässigkeit dem Leser gegenüber, welchem der angeführte Artikel unbekannt ist. Ich stelle hiermit fest, daß jene „ausführliche Abhandlung" „Über die Wirkungsweise der Erdantennen", wie auch deren Fußnote besagt, autorisierter Abdruck und Wort für Wort gleichlautend mit der Burstynschen Veröffentlichung „Elektrot. Ztschr." 1912, S. 615, ist, welche bekanntlich die Veranlassung zur Diskussion gab.

Auf eine schriftliche Anfrage, mir doch die Stelle der „ausführlichen Abhandlung" näher zu bezeichnen, bestätigte mir Herr Dr. Burstyn, daß jener Artikel „ziemlich identisch" mit seinem ersten Aufsatze in der „Elektrot. Ztschr." ist, er schreibt dann weiter:

> „Ich habe aber am 1. September einen zweiten Aufsatz an das Jahrbuch eingesandt, von dem ich schon längst die Korrekturbogen erhalten habe, der aber offenbar noch nicht erschienen ist. Auf diesen sollte sich aber mein Hinweis beziehen . . . und bitte ich wegen des Versehens um Entschuldigung."

1) Vgl. Fußnote 2 auf S. 570.

Auch ich bitte um Entschuldigung, daß ich in diesem Schriftwechsel Veranlassung nehmen mußte, mich mehrmals zu wiederholen.

Zehlendorf-West, 11. Dezember 1912.

H. Mosler.

Erwiderung.

Gewiß, ich habe den Irrtum begangen, mich im Briefe auf S. 1280 der „Elektrot. Ztschr." 1912 auf meinen zweiten Aufsatz im „Jahrbuche für drahtlose Telegraphie und Telephonie" zu berufen, der noch nicht erschienen war. Aber daß mir dieses Versehen „in dem Bestreben, meine Theorie durch ein wirkungsvolles Zitat (aus meiner eigenen Feder!) zu stützen", unterlaufen ist, wird hoffentlich kein Leser der „Elektrot. Ztschr." wirklich glauben.

Meine Theorie der Erdantenne möchte ich nochmals kurz zusammenfassen: Eine elektromagnetische Strahlung hoher Frequenz kann sich weder in trockner noch in feuchter Erde, weder in See- noch in Süßwasser auf Entfernungen von mehr als einigen Wellenlängen fortpflanzen, sie wird vielmehr sehr bald durch Dämpfung vernichtet. Die Sommerfeldschen Oberflächenströme sind nichts anderes als die zu einer fortschreitenden Halbkugelwelle gehörigen Ströme im spiegelnden Medium, sie sind ohne die gleichzeitige Welle in der Luft nicht denkbar und erhalten ihre Energie immer wieder durch die Luft nachgeliefert. Ebenso fließt die Energie für die Erdantenne ausschließlich durch die Luft, abgesehen von der nächsten Umgebung der Antenne. Die Absorption der Energie durch die Antenne, bzw. die Ausstrahlung bei einer sendenden Erdantenne, kommt, je nach den Bodenverhältnissen, nach der einen oder andern meiner beiden Erklärungen zustande.

Moslers Einwürfe bezogen sich auf meine erste Erklärung, welche eine schlechtleitende Erdschicht über einer gutleitenden Grundwasserschicht voraussetzt. Meine zweite Erklärungsweise gilt allgemein für Erde oder Wasser mittlerer Leitfähigkeit, also auch für die entgegengehaltenen Versuche. Als einen ziemlich sicheren Beweis gegen meine Theorie würde ich es gelten lassen, wenn man beim Empfang mit einer Erdantenne nicht dieselben täglichen Intensitätsschwankungen bemerken würde wie bei einem gewöhnlichen Luftdrahte.

Wien, 25. Dezember 1912.

Dr. W. Burstyn.

(Eingesandt 31. Dezember 1912.)



Erdantennen. Professor L. Zehnder erwähnt in seinem Bericht (Jahrb. 5, S. 383, 1912) über seine Anordnungen die Formel $\frac{l_1 - l_2}{\lambda} + \frac{x}{\lambda_1} = \frac{1}{2}$; es wird interessieren, seine Ableitung derselben anzugeben:

Die Stromquelle N oder Koppelungsspule o. dgl. erzeugt die Phasendifferenz π, einer halben Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ entsprechend. Das Maximum der Ausbreitungswirkung oder Ausstrahlung von einer Erdplatte E_1 oder E_2 bekommt man, wenn beide Wellenzüge in gleicher

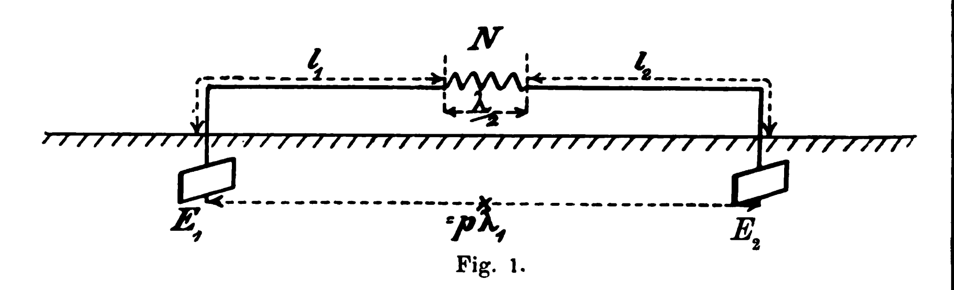
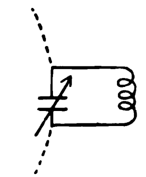


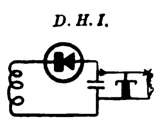
Fig. 1.

Phase dort ankommen oder wenn ihre Wegdifferenz $\pm \frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{2}$ usf. Wellenlängen beträgt. Sei (bei größerem Abstand der Luftleitung, der Horizontalantennen, von der Erdoberfläche) λ die Wellenlänge in der Horizontalantenne, λ_1 diejenige im Erdreich (also $\frac{\lambda}{\lambda_1} = n$ das Brechungsverhältnis des Erdreiches); entfallen dann auf die Länge l_1 der Betrag m, auf l_2 dagegen q und auf x entsprechend p Wellenlängen, ist also $l_1 = m\lambda$, $l_2 = q\lambda$, $x = p\lambda_1$, wo m, q, p beliebige Zahlen sein können, so muß der genannten Bedingung entsprechend z. B. sein: $m + p = q + \frac{1}{2}$ für die Erdplatte E_2. Vertauscht man l_1, m mit l_2, q für die andere Erdplatte E_1, so erhält man dieselbe Formel: $q + \frac{1}{2} = m + p$. Somit ist an beiden Erdplatten: $m + p - q = \frac{1}{2}$ oder $\frac{l_1}{\lambda} + \frac{x}{\lambda_1} - \frac{l_2}{\lambda} = \frac{1}{2}$ oder wie oben $\frac{l_1 - l_2}{\lambda} + \frac{x}{\lambda_1} = \frac{1}{2}$. Anstatt $\frac{1}{2}$ kann auch $\frac{3}{2}$ usf. gesetzt werden. Bei unsymmetrischer Anordnung ist für l_2 die Länge der Horizontalantenne einzusetzen, welche an die in Frage kommende Erdplatte angeschlossen ist. E.

Eine Methode die Resonanzkurve während des Betriebes einer Radiostation zu bestimmen gibt die folgende Schaltung:



Wellenmesserkreis.



Aperiodischer Kreis mit variablem Widerstand parallel zum Telephon.

Bei größeren Entfernungen von der Station wird eine kleine Hilfsantenne benutzt. Der aperiodische Kreis wird mit dem Wellenmesser so lose gekoppelt, daß die Lautstärke im Telephon max. 50 Ω beträgt. Setzt man R dem Telephonwiderstand und R_1 dem parallelen Widerstand gleich, so ist $\frac{R + R_1}{R_1}$ sehr nahe proportional dem Wattstrom im Wellenmesserkreis. Es wurde ein „Thermodetektor" *D.H.I.* der Telefunkengesellschaft von kleinem Widerstand benutzt ($\sim$ 500 Ω). J. Linter.

Petropawlowsk Kamtschatka.

(Eingesandt 30. Juni 1912.)

Über die Messung der Selbstinduktion und Kapazität von Luftleitern von A. Esau (Phys. Ztschr. 1912, S. 658—666). Für die Bestimmung der Kapazität und des Selbstinduktionskoeffizienten von Luftleitern kommen praktisch zwei Methoden in Betracht, die als Verkürzung und Verlängerung bezeichnet werden.

Gelegentlich ist dann noch eine dritte benutzt worden, die die Größe der Kapazität aus Dämpfungsmessungen zu bestimmen gestattet.

Da aber die nach diesen drei Methoden für einen bestimmten Luftleiter erhaltenen Werte von Kapazität und Selbstinduktion vielfach sehr erheblich voneinander abweichen, so hat der Verfasser die Methode auf ihre Genauigkeit und Brauchbarkeit hin genauer untersucht.

Bezeichnet man die Antennenkapazität mit C_A die Selbstinduktion einschließlich der der Verlängerungsspulen mit L_A, so wird

$$\lambda = 2\pi \sqrt{C_A L_A}$$

Durch Einschalten eines Kondensators von der bekannten Kapazität C wird

$$\lambda' = 2\pi \sqrt{\frac{C \cdot C_A}{C + C_A} \cdot L_A}$$

und aus beiden Gleichungen ergibt sich dann

$$C_A = C\left(\frac{\lambda^2}{\lambda'^2} - 1\right)$$

Nach der Methode der Verlängerung durch Zuschalten von Spulen ergibt sich ganz ähnlich

$$L_A = L \frac{1}{\frac{\lambda''^2}{\lambda^2} - 1}$$

$$C_A = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 L_A}$$

Die Dämpfungsmethode besteht darin, daß das Dekrement des Luftleiters ohne und mit eingeschaltetem Ohmschen Widerstand gemessen wird.

Man erhält nach leichten Rechnungen für C_A und L_A die folgenden Werte:

$$C_A = \frac{15}{\pi^2} \frac{\lambda}{r} (\delta' - \delta)$$

$$L_A = \frac{1}{60} \lambda \cdot r \frac{1}{\delta' - \delta}$$

r Größe des zugeschalteten Widerstandes.

Die Methode liefert ferner noch einen Wert für den Antennenwiderstand w, und zwar wird dieser

$$r \frac{\delta}{\delta' - \delta}$$

Untersucht wird zunächst, ob die gemessene Antennenkapazität C_A abhängig ist von der Größe des eingeschalteten Verkürzungskondensators C, wenn das Einschalten im Strombauch des Luftleiters erfolgt. Die Bestimmung des letzteren geschah nach der vom Verfasser früher (Phys. Ztschr. 1912, S. 658) näher beschriebenen Methode der Erdung des Luftleiters.

Als Resultat ergab sich, daß bis zu einer prozentualen Verkürzung

der Welle von 10 % der Wert der ermittelten Antennenkapazität sich als konstant ergab. Bei höheren Verkürzungswerten trat ein Sinken des Wertes für C_A ein (z. B. bei 23 % Verkürzung eine Abnahme der Kapazität von ca. 10 %).

Jedenfalls ist eine in der Praxis übliche Verkürzung von 25 % für eine exakte Bestimmung der Kapazität nicht mehr zulässig.

Nimmt man die Messung von C_A vor bei wenig verlängerten Antennen, d. h. nähert man sich der Eigenschwingung, so ergibt sich ein größerer Wert für die Antennenkapazität.

Bei der Eigenwelle des benutzten Luftleiters gab sich seine Kapazität zu ca. 800 cm, was etwa dem doppelten Wert bei $\lambda = 800$ m (ca. 4fache Verlängerung) entsprach.

Es wird sich also praktisch als notwendig erweisen, die Messung vorzunehmen bei Wellenlängen, die die Eigenwelle des Luftleiters um das 4—5fache übertreffen.

Wesentlich andere Erscheinungen traten auf, als die Kondensatoren nicht mehr genau im Strombauch des Systems eingeschaltet wurden, sondern mehr oder weniger davon entfernt. In der folgenden Figur finden sich die Werte für C_A als Funktion der prozentualen Verkürzung eingetragen (Fig. 1). Kurve 0 stellt den Verlauf der C_A-Kurve dar für den Strombauch.

Die Einschaltungsstelle des Verkürzungskondensators rückt in den Kurven 1—4 mehr und mehr ab vom Strombauch.

Man sieht aus der Figur, daß die C_A-Kurven sehr ausgeprägte Maxima haben und ferner, daß der Höchstwert um so weniger von dem wirklichen Wert (wo die Einschaltung im Knoten erfolgt) abweicht, je näher man sich am Knoten befindet. Gleichzeitig rückt die prozentuale Verkürzung, bei der das Maximum eintritt, zu kleineren Werten.

Es ist deshalb auf möglichst genaue Bestimmung des Knotens besonderer Wert zu legen, da schon bei ganz geringer Entfernung von ihm Unterschiede von 10 % und darüber auftreten.

Als schädlich erwies es sich auch einzelne Windungen der Antennenverlängerungsspule, als tote Selbstinduktion frei endigen zu lassen, und zwar sank der ermittelte Kapazitätswert mit der Anzahl dieser Windungen.

Auch eine Schaltung, wo in gleicher Entfernung von Knoten gleich große Kapazitäten verwendet werden, ergab falsche Werte für die Antennenkapazität.

Die zweite Methode, die der Verlängerung, führte zu ganz ähnlichen Resultaten. Was die Größe der eingeschalteten Spulen und die

Einschaltstelle derselben anbetrifft, so gilt hier das gleiche wie bei der Verkürzung.

Rechnet man aus der Formel

$$C_A = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 L_A}$$

unter Benutzung des nach dieser Methode gefundenen Wertes von L_A die Kapazität aus und vergleicht ihren Wert mit dem aus der Verkürzung sich ergebenden, so findet man, daß beide innerhalb der Meßfehler gut übereinstimmen.

Beide Methoden ergeben also denselben Wert für die Antennenkapazität, vorausgesetzt, daß die Messung unter Beobachtung der erwähnten Vorsichtsmaßregeln vorgenommen wird.

Die Bestimmung der Kapazität nach der dritten Methode erfolgte so, daß die Dämpfung des Luftleiters mit und ohne eingeschalteten Widerstand gemessen wurde.

Aus den beiden Dekrementen, der Wellenlänge und der Größe des Widerstandes r wurde dann die Kapazität C_A berechnet.

Es mußte zunächst festgestellt werden, ob die Größe der Antennenkapazität abhängig war von dem eingeschalteten Widerstande r, wobei sich ergab, daß die Größe dieses Widerstandes von großem Einfluß sowohl auf den Kapazitäts- wie auch auf den Widerstandswert der Antenne ist.

Während die Kapazität mit zunehmender Größe des r sinkt, steigt umgekehrt der Antennenwiderstand (Fig. 2). Es erweist sich daher als notwendig, den Widerstand r möglichst klein zu halten.

Ein Nachteil dieser Methode gegenüber den beiden vorhergehenden lag ferner darin, daß es äußerst schwierig ist, einigermaßen übereinstimmende Werte für Kapazität, Selbstinduktion und Widerstand zu erhalten, was auf zwei Ursachen zurückzuführen ist.

Einmal ergibt sich, daß kleine Änderungen der Dämpfung, die innerhalb der Fehlergrenzen der Messung liegen, hier etwa 2—3 %, schon sehr starke Änderungen in den Größen C_A und w_A zur Folge haben (10 % und darüber).

Selbst wenn man die Fehlergrenze noch herabsetzen würde, so wäre doch bei einer praktisch schon recht schwer zu erreichenden Größe von 1 % diese Methode der Verlängerung oder Verkürzung immer noch um 3 % an Genauigkeit unterlegen.

Die letzteren haben außerdem den Vorzug einer schnelleren und leichteren Ausführbarkeit für sich.

Die zweite Ursache für das Schwanken der Kapazitätswerte liegt daran, daß unter dem Einfluß der Atmosphäre die Dämpfung des Luftleiters fortwährenden Änderungen unterworfen ist, die schon während der Zeit von zwei Messungen 2—4 % betragen können.

Selbstverständlich sind Messungen dieser Art bei Regenwetter, Schneetreiben oder auch zu Zeiten starker luftelektrischer Störungen mit auch nur einigermaßen hinreichender Genauigkeit überhaupt nicht auszuführen.

Was die Abhängigkeit der ermittelten Werte für C_A und w_A von der Größe des eingeschalteten Widerstandes r betrifft, so zeigt die

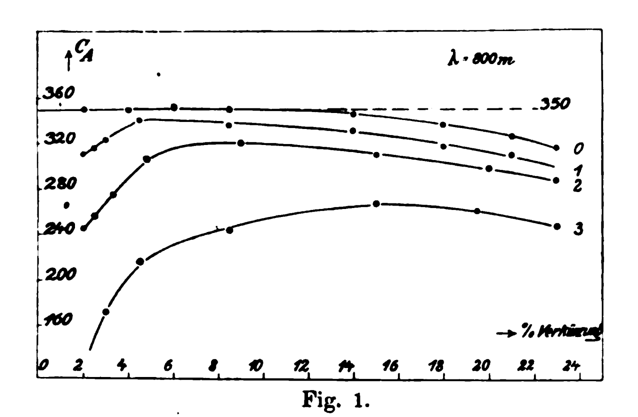


Fig. 1.

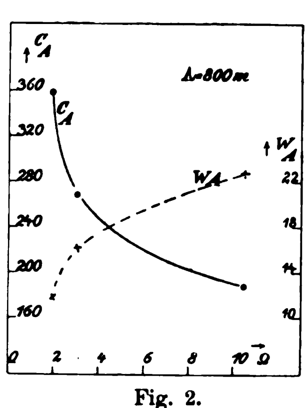


Fig. 2.

Übertragung der Methode vom offenen auf den geschlossenen Schwingungskreis, daß auch bei letzterem die Abhängigkeit qualitativ in gleicher Weise bestehen bleibt. Es ergibt sich aus diesem Verhalten, daß die Abweichungen bei Luftleitern nicht durch eine Veränderung des Strahlungswiderstandes hervorgerufen werden.

Auch wird man die Ursache nicht suchen dürfen in einer mehr oder weniger idealen Stoßerregung, vorausgesetzt, daß der Primärkreis mindestens 10—20mal stärker gedämpft ist wie der Sekundärkreis; was aus Messungen hervorgeht, bei denen der Stoßkreis durch Verwendung von vielfach unterteilten Funkenstrecken sehr geringer Länge und durch Einschalten von Widerständen hinsichtlich seines Dekrementes in weiten Grenzen variiert werden konnte.

Zur Erlangung einigermaßen übereinstimmender Werte für die Antennenkapazität und den Widerstand darf die Größe der im Luftleiter zugeschalteten Widerstandes 20 % des ursprünglich im Kreise liegenden nicht übersteigen. Esau.

(Eingesandt 15. September 1912.)

Über Spulen mit geringer Dämpfung[1]) von M. Vos. Die Arbeit stellt eine theoretische Untersuchung über die günstigste Dimensionierung von einlagigen Zylinderspulen in bezug auf Dämpfung dar. Sie dürfte bei der Bedeutung welche die Dämpfung der Schwingungen in der Hochfrequenztechnik hat, nicht ohne Interesse sein.

In der Praxis stellt sich die Aufgabe meistens derart, daß bei vorgegebener Frequenz und Selbstinduktion eine Spule mit möglichst geringem Dekrement konstruiert werden soll. Es wurden nur einlagige Zylinderspulen untersucht, da nach den Untersuchungen von A. Meißner[2]), Esau[3]) u. a., mehrlagige Spulen stets eine größere Dämpfung ergeben und für Flachspulen bis jetzt keine Formeln für den effektiven Widerstand bei schnellen Schwingungen vorliegen, und nach Esau[4]) und Fleming[5]) einlagige Zylinderspulen bei derselben Drahtlänge, Ganghöhe, Windungszahl und dem gleichen mittleren Radius eine größere Selbstinduktion als Flachspulen besitzen.

Es wird zunächst mit Hilfe der gebräuchlichen Beziehungen in Schwingungskreisen und der genauen, zuerst von Lorenz[6]) für die Selbstinduktion eines Solenoids mit einer Drahtlage angegebenen Formel, ganz allgemein das Dekrement einer Zylinderspule berechnet. Dasselbe ergibt sich zu

$$d = \frac{4\pi^2}{\sigma\omega s} \cdot \sqrt[3]{\frac{h}{16L}\left[\frac{\chi}{f^2(\chi)}\right]} \cdot \left(\frac{w}{w_0}\right)$$

worin σ die spezifische Leitfähigkeit (σ — Kupfer $= 5{,}9 \cdot 10^{-4}$), ω die Frequenz in 2π Sekunden, h die Ganghöhe, L die Selbstinduktion, $\left(\frac{w}{w_0}\right)$ das Verhältnis von effektivem Widerstand zu Gleichstromwiderstand der Spule, $\chi = \frac{2a}{b}$ das Verhältnis von Spulendurchmesser zu Spulenbreite bedeuten. Was die $f(\chi)$ betrifft, so ist dieselbe identisch mit der Größe Q in der Formel von Lorenz, wenn man letztere in der Form schreibt:

$$L = a\,n^2\,Q$$

worin a der Spulenradius und n die Windungszahl bedeuten. Es ist

---

1) Auszug aus den Verh. d. D. Phys. Ges. **14**, 683, 1912.
2) A. Meißner, Jahrb. **3**, 57, 1909.
3) Esau, Ann. d. Phys. (4) **34**, 1, 1911 und Jahrb. **4**, 490, 1911.
4) Esau, Jahrb. **5**, 212, 1911.
5) Fleming, ebenda **3**, 356, 1910.
6) Lorenz, Wied. Ann. **7**, 161, 1879.

von Rosa und Cohen eine Tabelle für diese Funktion berechnet worden; dieselbe ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1.

$\chi = \frac{2a}{b}$	$Q = f(\chi)$	$\sqrt[3]{\frac{\chi}{f^2(\chi)}}$	$\chi = \frac{2a}{b}$	$Q = f(\chi)$	$\sqrt[3]{\frac{\chi}{f^2(\chi)}}$
0,20	3,63	0,2474	1,80	19,58	0,1675
0,30	5,23	0,2222	2,00	20,75	0,1669
0,40	6,71	0,2071	2,20	21,82	0,1666
0,50	8,07	0,1973	2,40	22,81	0,1665
0,60	9,33	0,1903	2,60	23,74	0,1665
0,70	10,51	0,1852	2,80	24,60	0,1667
0,80	11,61	0,1811	3,00	25,42	0,1668
0,90	12,63	0,1780	3,20	26,18	0,1671
1,00	13,59	0,1760	3,40	26,90	0,1675
1,20	13,34	0,1722	3,60	27,59	0,1679
1,40	16,90	0,1699	3,80	28,23	0,1683
1,60	18,30	0,1684	4,00	28,85	0,1688

Da das Verhältnis $\left(\frac{w}{w_0}\right)$ eine innerhalb sehr weiter Grenzen von χ unabhängige Größe ist, so wird das Dekrement ein Minimum werden, wenn der Ausdruck $\sqrt[3]{\frac{\chi}{f^2(\chi)}}$ seinen kleinsten Wert erreicht. In der Spalte 3 von Tabelle 1 ist der für $\sqrt[3]{\frac{\chi}{f^2(\chi)}}$ in Funktion von χ ausgerechnete Wert eingetragen.

Wie man sieht, liegt das gesuchte Minimum bei dem Werte $\chi = 2,5$, d. h., um eine Spule mit geringstem Dekrement zu konstruieren, muß man das Verhältnis von Durchmesser zu Höhe wie 2,5 : 1 wählen. Das Minimum ist ziemlich flach, so daß geringe Abweichungen von diesem günstigsten χ-Wert keine nennenswerte Dekrementszunahme hervorrufen.

Vergleicht man das hier theoretisch gefundene Resultat mit dem experimentellen Ergebnis Meißners[1]), so findet man eine sehr gute Übereinstimmung, da Meißner für das reziproke Verhältnis den Wert 0,4 angibt. Da gar keine Annahme über die sonstige Beschaffenheit der Spule oder Form des Drahtquerschnittes gemacht wurde, gilt dieses Resultat, wenn man von unbedeutenden Vernachlässigungen ab-

1) Meißner, Jahrb. 3, 57, 1909.

sieht, ganz allgemein, und es gilt infolgedessen sowohl für Massivdrähte und Litzendrähte, sowie für jede andere Querschnittform.

Für sehr langsamen Wechselstrom, wo $\frac{w}{w_0} = 1$, sind die Bedingungen, um ein kleines Dekrement zu erreichen: kleine Ganghöhen bei möglichst großem Drahtquerschnitt und großer Leitfähigkeit. Dieses Resultat liegt ja auf der Hand.

Es wird dann unter Anwendung der Formel von Sommerfeld[1]) für die Widerstandserhöhung bei langsamem Wechselstrom und rundem Drahtquerschnitt von Zylinderspulen gezeigt, daß, innerhalb des Gültigkeitsbereiches dieser Formel, das Dekrement mit zunehmender Leitfähigkeit und wachsendem Drahtradius abnimmt und daß die Ganghöhe der Spule möglichst klein gewählt werden soll, wenn ein geringes Spulendekrement erwünscht ist.

Die Ergebnisse sind auch einleuchtend, wenn man bedenkt, daß bei langsamem Wechselstrom die Verhältnisse sich nicht allzusehr von denjenigen bei Gleichstrom unterscheiden, wo größte Kraftlinienverkettung, also größte Selbstinduktion, bei gegebener Drahtlänge und Stärke, die günstigste Konstruktion ist.

Bei schnellen Schwingungen wo $\frac{\varrho}{2}\sqrt{2\pi\sigma\omega} > 6$ ist[1]), worin ϱ der Drahtradius bedeutet, wird für das Dekrement die Beziehung gefunden:

$$d = \frac{2\pi}{\varrho^{2/3}}\sqrt{\frac{2\pi}{\sigma\omega}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{8L}\left[\frac{\chi}{f^2(\chi)}\right]} \cdot \frac{\varphi\left(\frac{2\varrho}{h}\right)}{\sqrt[3]{\frac{2\varrho}{h}}} .$$

In Tabelle 2 Spalte 2 ist der Wert der Größe $\frac{\varphi\left(\frac{2\varrho}{h}\right)}{\sqrt[3]{\frac{2\varrho}{h}}}$ in Funktion des Arguments $\frac{2\varrho}{h}$ gegeben.

1) Sommerfeld, Ann. d. Phys. (4) **15**, 673, 1904; **24**, 609, 1907.
2) Sommerfeld, l. c.

Tabelle 2.

$\frac{2\varrho}{h}$	$\frac{\varphi}{\sqrt[3]{\frac{2\varrho}{h}}}$	$\frac{2\varrho}{h}$	$\frac{\varphi}{\sqrt[3]{\frac{2\varrho}{h}}}$
0,0	∞	0,6	2,22
0,1	2,15	0,7	2,48
0,2	1,88	0,8	2,80
0,3	1,90	0,9	3,22
0,4	1,97	1,0	3,73
0,5	2,11		

Aus der Betrachtung der Tabelle folgt, daß diese Größe bei zunehmendem Verhältnis $\frac{2\varrho}{h}$ zuerst schnell abnimmt, ein Minimum erreicht bei $\frac{2\varrho}{h} = 0{,}23$, um dann allmählich wieder anzusteigen und bei eng aneinanderliegenden Windungen, den Wert 3,73 zu erreichen.

Es gibt also ein günstigstes Verhältnis $\frac{2\varrho}{h}$ von Drahtdurchmesser zu Ganghöhe, und zwar soll die Ganghöhe der Windungen, bei schnellen Schwingungen und rundem Drahtquerschnitt, etwa 4,35 mal so groß gemacht werden wie der Drahtdurchmesser.

Die Untersuchung wird dann weiter ausgedehnt auf Spulen mit rechteckigem und quadratischem Drahtquerschnitt, deren effektiven Widerstand und Selbstinduktion eingehend von Sommerfeld[1]) untersucht wurde. Bei rechteckigem Querschnitt c, h und eng aneinanderliegenden Windungen nimmt das Dekrement die Form an:

$$d = \frac{8\pi^2}{h^{2/3}} \cdot \sqrt{\frac{2\pi}{\sigma\,\omega}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{16L}\left[\frac{\chi}{f^2(\chi)}\right]} \cdot \frac{\varphi(\alpha)}{\alpha}$$

Die Werte von $\frac{\varphi(\alpha)}{\alpha}$ sind aus der Spalte 2 der Tabelle 3 auf S. 584 oben zu entnehmen.

Mit zunehmendem α nimmt diese Größe zuerst sehr schnell ab, erreicht bei $\alpha = 3$ ein Minimum, um dann bei $\alpha = 6$ in den Grenzwert 0,5 überzugehen.

Bei rechteckigem Drahtquerschnitt würde es sich infolgedessen empfehlen, die axiale Seitenlänge der Windungen möglichst groß zu wählen

1) Sommerfeld, Ann. d. Phys. (4) 15, 673, 1904.

Tabelle 3.

α	$\frac{\varphi(\alpha)}{\alpha}$	$\frac{\varphi(\alpha)}{\sqrt[3]{\alpha}}$	α	$\frac{\varphi(\alpha)}{\alpha}$	$\frac{\varphi(\alpha)}{\sqrt[3]{\alpha}}$
0,0	∞	∞	3,5	0,462	1,07
0,5	2,00	1,26	4,0	0,474	1,20
1,0	1,01	1,00	4,5	0,487	1,33
1,5	0,683	0,900	5,0	0,490	1,45
2,0	0,543	0,864	5,5	0,500	1,56
2,5	0,479	0,885	6,0	0,500	1,65
3,0	0,458	0,957			

und die radiale Seitenlänge c so zu bestimmen, daß $c = \frac{3}{2\sqrt{2\pi\sigma\omega}}$ ist.

Es ist interessant zu konstatieren, daß bei größer und größer werdender Seitenlänge c das Dekrement schließlich einen konstanten Grenzwert annimmt. Das läßt sich leicht erklären, wenn man berücksichtigt, daß nach dem Satze vom Minimum der Selbstinduktion[1]), der Strom hauptsächlich auf der Innenseite der Windungen fließt, eine Vergrößerung des Querschnittes durch Vergrößerung der radialen Dimensionen der Windungen infolgedessen bald nichts zur Verminderung des effektiven Widerstandes beitragen kann.

Es wird dann der praktisch wichtige Fall untersucht, daß der Querschnitt konstant gehalten wird, während die Seitenlängen c und h variieren. Das Dekrement wird dann:

$$d = \frac{4\pi^2(2\pi\sigma\omega)^{\frac{1}{6}}}{\sigma\omega} \cdot \frac{1}{s^{\frac{1}{3}}} \sqrt[3]{\frac{1}{8L}\left[\frac{\chi}{f^2(\chi)}\right]} \cdot \frac{\varphi(\alpha)}{\alpha^{\frac{1}{3}}}$$

Tabelle 3 enthält die für $\frac{\varphi(\alpha)}{\alpha^{\frac{1}{3}}}$ gefundenen Werte in Funktion von α. Der günstigste Wert von c berechnet sich zu: $c = \frac{2,1}{2\sqrt{2\pi\sigma\omega}}$. Die dazu gehörige axiale Dimension der Windungen h ergibt sich infolgedessen zu: $h = \frac{2s\sqrt{2\pi\sigma\omega}}{2,1}$, und das Verhältnis der radialen zu der axialen Dimension der Windungen ist dann:

$$\frac{c}{h} = \frac{2 \cdot 1^2}{8\pi\sigma\omega s}$$

1) Vgl. Rayleigh, Phil. Mag. (4) 38, 1, 1869; J. Stefan, Wien. Ber. 99 [2a], 319, 1890; Wied. Ann. 41, 400, 1890.

d. h. physikalisch: dieses günstigste Verhältnis ist abhängig von der Frequenz in der Weise, daß bei langsamem Wechselstrom die radiale Ausdehnung der Windungen überwiegen soll, während bei schnellen Schwingungen das Umgekehrte erwünscht ist.

Bei quadratischem und eng aneinanderliegenden Windungen zeigt die Untersuchung, daß das Dekrement desto geringer wird je größer die Seitenlänge c des Drahtquerschnittes gemacht wird.

Zum Schlusse wird auf die Arbeiten von Meißner[1]) und Lindemann[2]) über die Widerstandszunahme von Drahtlitzen verwiesen.

M. V.

1) Meißner, l. c.

2) Lindemann, Verh. d. D. Phys. Ges. **11**, 682, 1909; **12**, 572, 1910

(Eingesandt 18. September 1912.)

Induktions- und kapazitätsfreier Widerstand mit Kreuzwicklung. Wir entnehmen der Elektrot. Ztschr., Heft 28, 1912, folgendes:

Die Firma Gebr. Ruhstrat in Göttingen, bringt einen völlig induktions- und kapazitätsfreien Widerstand auf den Markt, welcher mit einer neuen Art von Wickelung, der sogenannten Kreuzwickelung, versehen ist (Fig. 1). Diese Wickelung besteht, wie ersichtlich, aus parallel geschalteten und im entgegengesetzten Sinne um den Widerstand gelegten Windungen. Die beiden Wickelungen sind gleichlang, vollkommen symmetrisch zueinander angeordnet und kreuzen sich, so daß der in einer Drahtwindung erregte Induktionsstrom durch den in der benachbarten Windung hervorgerufenen völlig kompensiert wird.

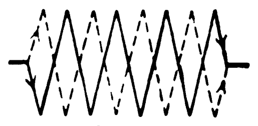


Fig. 1.
Widerstand mit Kreuzwickelung.

Um den Widerstand wirklich induktionsfrei zu machen, müssen die beiden Wickelungen genau gleich lang sein. Dies wird dadurch erreicht, daß in den Widerstandsträgern beide gegenüberliegende Breitflächen in der Längsrichtung mit je einer Nute versehen sind. Die Drähte drücken sich als an den Kreuzungsstellen nach beiden Seiten hin gleich stark durch; an den gegenüberliegenden Querseiten liegen die Drahtwindungen parallel zueinander und in gleicher Höhe, so daß bei Verwendung dieses Widerstandes als regulierbarer Schieberwiderstand diese Flächen als Gleitflächen für den Schieber dienen können.

Die neue Kreuzwickelung vereinigt die Vorteile der Bifilarwickelung und der Wickelung von Chaperon, da ein mit dieser Wickelung versehener Widerstand sowohl induktions- als auch kapazitätsfrei ist. Der Widerstand findet Verwendung als regulierbarer Schieberwiderstand und als Meßwiderstand.

Hieran schloß sich in der Elektrot. Ztschr., Heft 34, folgende Diskussion:

Induktions- und kapazitätsfreie Widerstände mit Kreuzwicklung.

Auf Seite 721 der Elektrot. Ztschr. 1912 befindet sich eine Notiz über Widerstände von Ruhstrat.

Derartige aus zwei parallelen und im entgegengesetzten Sinne geschalteten Wicklungen bestehende Widerstände sind nicht neu, sondern wurden schon vor etwa $2\,^1/_2$ Jahren von der Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie nach meinen Angaben ausgeführt (eine diesbezügliche Patentanmeldung datiert vom 6. August 1910). Sie sind seitdem hauptsächlich als induktionsfreie spannungssichere Hochfrequenzwiderstände z. B. für Dämpfungsmessungen von Antennen, auch bei großer Stromstärke (bis 40 Amp.) allgemein im Gebrauch.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Widerstände ergab sich in ihrer Verwendung als kapazitätsfreie Vorschaltwiderstände der Spannungsspulen in Wattmetern, besonders in Hochspannungs-Wattmetern, in denen sich die Chaperonwicklung wegen zu großer Eigenkapazität nicht bewährt. Solche Wattmeter baut die Siemens & Halske A.-G. seit etwa einem Jahre.

Berlin, 13. August 1912.

Dr.-techn. Alex. Meißner,
Laboratorium der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie.

Erwiderung.

Apparate, auch Widerstände mit Rechts- und Linkswicklung, sind an und für sich nicht neu. Man hat z. B. schon seit langer Zeit Telephon- und Telegraphenleitungen, die aus zwei Zweigen bestehen, welche im entgegengesetzten Sinne so gewickelt sind, daß die in ihnen fließenden Ströme sich in ihrer induzierenden Wirkung nach außen hin aufheben (vgl. Deutsche Patentschrift Nr. 32400); auch werden Metallfäden in elektrischen Glühlampen in ähnlicher Weise gewickelt, um

beim Betrieb mit Wechselstrom die elektrodynamischen Wirkungen aufzuheben (vgl. Schweizer Patentschrift Nr. 15960).

Das neue an meiner Erfindung besteht darin, daß ich besonderen Wert darauf legte, daß die beiden Wicklungen vollkommen symmetrisch zueinander angeordnet und vollkommen gleichlang sind. Meistens sind nämlich die beiden Wicklungen in zwei übereinander gewickelten Lagen angebracht, hierbei ist natürlich die obere Wicklung stets länger als die untere. Ein derartiges System ist also weder vollkommen induktions- noch kapazitätsfrei, auch kann man auf einer derartigen Anordnung nicht Schleifkontaktvorrichtungen anbringen, wie sie bei Schieberwiderständen verwendet werden, da die Kontaktfedern nur auf der äußeren Windung schleifen. Es ist also erforderlich, daß die beiden Windungen an zwei gegenüberliegenden Seiten sich in gleicher Höhe befinden, also die eine Wicklung nicht über die andere gewickelt ist, worauf bei meiner Neukonstruktion besonders großer Wert gelegt ist. Um nun eine vollkommen gleiche Länge der beiden Wicklungen zu erzielen, müssen die beiden sich kreuzenden Drähte auf lange Strecken (Fig. 49, Elektrot. Ztschr. 1912, S. 721) frei gespannt sein, damit sie sich nach innen und außen gleichweit durchbiegen können. Dies ist bei starken Drähten von über 0,5 mm Durchmesser besonders wichtig, weil diese sich schwerer durchbiegen als dünnere Drähte. Auch hierfür habe ich gesorgt, indem ich bei meinen Widerständen die Widerstandsträger mit breiten Nuten versah.

Ich habe bei Bekanntmachung der Kreuzwicklung selbstverständlich das Prinzip als ganz allgemein bekannt vorausgesetzt, doch stellt die Anordnung der Drähte und die Form der Widerstandsträger zur Erreichung einer nach Möglichkeit absolut induktions- und kapazitätsfreien Leitung eine wesentliche Neuerung dar.

Göttingen, 28. Juli 1912.

Ernst Ruhstrat.

(Eingesandt 31. August 1912.)

Mitteilungen aus der Praxis.

Passende Drahtdimensionen für Hochfrequenzwiderstand.

Von **L. W. Austin.**

Es ist bei Hochfrequenzuntersuchungen häufig notwendig, bestimmte Widerstandsbeträge in die Schwingungskreise einzuführen. Aus Bequemlichkeit für die Rechnung erscheint es meistens wünschenswert, die Drähte für den Widerstand so zu bemessen, daß der sog. Skineffekt zu vernachlässigen ist, da man auf diese Weise die Widerstände nach Gleichstrommethoden messen kann mit der Gewißheit, daß der Hochfrequenzwiderstand praktisch vom gleichen Werte sein wird. Wenn der Experimentator sich nicht die Mühe nimmt, das Verhältnis zwischen Hochfrequenz- und Gleichstromwiderstand zu berechnen, so wird er häufig Drähte von zu geringen Dimensionen benutzen.

Ich habe deshalb nach Angaben von Prof. Zenneck[1]) graphisch die Drahtdicken ausgewertet, welche für verschiedene Wellenlängen benutzt werden können, ohne daß der oben erwähnte Widerstandsunterschied ein Prozent übersteigt. Eine Verdoppelung des in der Tabelle gegebenen Durchmessers ergibt diesen Unterschied zu etwa 10 %, während eine Verminderung auf die Hälfte denselben auf etwa 1/10 Prozent erniedrigt (Zenneck).

Tabelle

von Drahtstärken, für welche der Hochfrequenzwiderstand weniger als 1 % größer ist als der Gleichstromwiderstand.

Wellenlänge	Konstantan oder „Advance Wire" Durchmesser mm	Konstantan oder „Advance Wire" Maximum Strom Amp.	Manganin Durchmesser mm	Platin Durchmesser mm	Kupfer Durchmesser mm
100	0,30	3,5	0,29	0,13	0,006
200	0,46	4,5	0,40	0,20	0,045
300	0,57	5,5	0,50	0,27	0,09
400	0,66	7,0	0,60	0,30	0,10
600	0,83	8,0	0,75	0,37	0,15
800	0,98	10,0	0,88	0,42	0,20
1000	1,10	11,5	0,99	0,50	0,21
1200	1,20	12 5	1,10	0,57	0,22
1500	1,30	14,0	1,21	0,63	0,26
2000	1,52	17,0	1,38	0,73	0,30
3000	1,80	24,0	1,62	0,80	0,33

Neusilber rangiert ungefähr mit Manganin.

1) Zenneck, Leitfaden der drahtlosen Telegraphie S. 352.

In der Kolonne ist unter Maximumstrom ein Strom verstanden, der von den verschiedenen Drahtstärken der Konstantan-Drähte geführt werden kann, ohne daß zu starke Erwärmung eintritt; die Stromkapazität von Manganin ist sehr nahe die gleiche. Natürlich können Kohle und verschiedene Elektrolyten an Stelle der Metalle benutzt werden mit eher kleineren Korrektionen, aber die Temperatur-Widerstandskoeffizienten derselben sind so groß, daß sie im allgemeinen weniger passend für die Benutzung als Widerstände sind als Konstantan oder Manganin. Wenn größere Stromkapazität wünschenswert ist, so können die Drähte in Parallelschaltung, zwischen parallelen Metallstreifen verlötet, benutzt werden, wenn der Zwischenraum nicht zu klein ist.

(Nach dem Englischen. E.)

(Eingesandt 25. Februar 1912.)

Wir entnehmen der „Telefunken-Zeitung" Nr. 7 folgende Mitteilung:

Telefunken in Südamerika. Die Berliner Telefunken-Gesellschaft hat soeben mit Erfolg die drahtlose Verbindung quer durch Südamerika zwischen Lima an der Westküste und Para an der Ostküste eröffnet. Diese Verbindung (3400 km über Urwald) stellt die größte Leistung dar, welche die Funkentelegraphie bisher erzielt hat, handelt es sich doch um Überbrückung der 5000 bis 6000 m hohen Anden und Durchquerung des 2200 km langen Urwaldgebietes des Amazonenstromes ohne Leitungsdraht. Die in Lima aufgegebenen Telegramme gehen den 2200 km langen Luftweg direkt nach Manaos am Amazonenstrom und werden von dort nach den 1200 km entfernten Para drahtlos übermittelt.

Seit kurzem ist eine regelmäßige Verbindung zwischen Lima (San Christobal) und Manaos auch für Privattelegramme eingerichtet; die Worttaxe ist auf 25 cent. festgesetzt.

Die Worttaxe Lima—Iquitos ist von 43 cent. auf 20 cent. herabgesetzt.

Einen weiteren großen Erfolg, der ebenfalls berechtigtes Aufsehen erregte, hatte die Station Lima zu verzeichnen, als von der im Bau begriffenen Fessendenstation bei Colon (Panama) gemeldet wurde, daß die Telegramme deutlich aufgenommen würden. Die Entfernung Lima—Colon beträgt ca. 2400 km, davon ca. 1500 km über Gebirge.

Der Präsident von Peru hat bei der Eröffnung der Verbindung quer durch Südamerika aus Anlaß dieser großen kulturhistorischen

Tat in Lima eine Bronzetafel errichten lassen, und zu Ehren der deutschen Telefunken-Gesellschaft eine große goldene Medaille gestiftet (Fig. 1 u. 2). Die Vorderseite der Medaille zeigt das Bild der Telefunken-



Fig. 1.



Fig. 2.

station in Lima, die Rückseite trägt die Namen des Präsidenten der Republik, Exzellenz Leguia, des Ministers der öffentlichen Arbeiten, der Telefunken-Gesellschaft und der leitenden Ingenieure. E.

(Eingesandt 20. September 1912.)

Zeitsignaldienst.

Den ausführlichen Bericht über die Ergebnisse der internationalen Zeitsignal-Konferenz in Paris können wir wegen Raummangel erst im nächsten Heft bringen.

Die Redaktion.

Patentschau.

Von **H. Eales.**

Das Patent Nr. 256289 von Dr.-Ing. Rudolf Goldschmidt in Berlin betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Umformung von Hochfrequenzströmen, die einer Hochfrequenzmaschine entnommen werden. Das Verfahren besteht darin, daß die Hochfrequenzströme einem als Zusatzmaschine dienenden asynchronen Frequenzumformer zugeführt, bzw. diesem entnommen werden, welcher eine einphasige Wicklung besitzt, und daß diese Wicklung beim Auftreten von Doppelfrequenzen sekundär derart abgestimmt wird, daß die gewünschte Periodenzahl praktisch rein erhalten wird; es wird hierdurch bezweckt, ohne Tourenveränderung und ohne Veränderung der Abstimmung an den Hauptmaschinen durch einfache Regulierung im Sekundärkreise den Aggregaten zwei verschiedene Frequenzen zu entnehmen. Zwecks Erzeugung von Mehrphasenstrom ist für jede Phase je ein besonderer Stator oder Rotor vorgesehen.

Zur kontinuierlichen Einstellung der Resonanzlage einer mit veränderlicher Drehzahl laufenden Hochfrequenzmaschine werden nach dem durch D. R. P. Nr. 256206 der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin geschützten Verfahren Abstimmungselemente (Kondensatoren oder Selbstinduktionen), die an beliebiger Stelle zwischen der Maschine und dem aus ihr gespeisten Verbrauchsapparat (z. B. Antenne) liegen, mittels Fliehkraftreglers oder ähnlich wirkender Vorrichtungen in Abhängigkeit von der Drehzahl eingestellt.

Das D. R. P. Nr. 255674 der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin betrifft eine Anordnung zur Energieübertragung auf einen Empfangskreis für elektrische Schwingungen mit einem im wesentlichen als Ohmscher Widerstand wirkenden Detektor; die Energieübertragung erfolgt dabei durch einen Transformator von so geringer magnetischer Streuung, daß derselbe bei angeschlossenem Ohmschen Widerstand keinen merklichen Einfluß auf die Periode des Schwingungskreises hat. Die Änderung der Energieübertragung erfolgt durch Veränderung eines primär oder sekundär zum Transformator parallel geschalteten Wechselstromwiderstandes (Selbstinduktion, Kondensator oder Ohmscher Widerstand).

Dieselbe Gesellschaft hat sich durch D. R. P. Nr. 254587 einen Kontaktdetektor für elektrische Schwingungen mit Molybdän-

glanzelektroden schützen lassen, dessen Kennzeichen darin bestehen, daß als wirksame Berührungsstellen die Kanten mehrerer übereinander geschichteter, zusammengepreßter Blätterlagen benutzt werden. Die Anordnung ist in Fig. 1 dargestellt. *a* bedeutet das wellenempfindliche

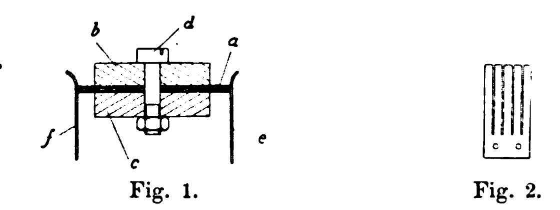


Fig. 1. Fig. 2.

blättrige Material, welches von den beiden Platten *b* und *c* durch die Schraube *d* zusammengepreßt wird. Die Verbindung des Detektors mit dem elektrischen Schwingungskreis erfolgt einerseits durch die Feder *e*, die nach Fig. 2 ausgebildet ist, und kann andererseits durch eine zweite Feder *f* oder durch das Metallstück *c* bzw. *d* erfolgen.

Ein anderes Patent Nr. 256205 derselben Gesellschaft betrifft eine Anordnung zum Anzeigen hochfrequenter elektrischer Schwingungen. Als Detektor wird dabei ein Telephon benutzt, bei dem der Abstand zwischen Membran und Magneten durch mit dem Telephon verbundene, rein mechanisch wirkende Vorrichtungen periodisch geändert wird. Ein besonderer Detektor für die Umformung der elektrischen Wellen in sichtbare oder hörbare Impulse ist also dabei nicht erforderlich. Die Abstandsänderung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Membran durch Luftdruckstöße oder dergleichen in stetige Schwingungen versetzt wird, wobei die Periode dieser Schwingungen zweckmäßig unterhalb der Grenzen eines hörbaren Tones liegt.

Die gleiche Gesellschaft hat durch D. R. P. Nr. 256707 eine ohne Hilfsspannung arbeitende Empfangseinrichtung für elektrische Schwingungen schützen lassen. Die Kennzeichen bestehen darin, daß zwei sich beständig berührende, gut leitende Elektroden, bei denen in der Ruhelage eine Wellenempfindlichkeit nicht vorhanden ist, eine dauernde oder nahezu dauernde schleifende Relativbewegung ausführen; diese Relativbewegung kann auch eine oszillierende sein.

Ebenfalls der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie ist durch D. R. P. Nr. 254656 eine Prüfeinrichtung für Stationen der drahtlosen Telegraphie geschützt worden, die in Fig. 3 dargestellt ist. Durch einen Umschalter 9 wird dabei ein mit einem Kondensator 11 parallel geschaltetes Telephon 10 abwechselnd beim Senden an den Prüf-

detektorkreis 2 und beim Empfangen an den Empfangsdetektorkreis 3 angeschlossen. In Fig. 3 bedeutet dabei 1 den Sender und 8 die Empfangseinrichtung. 5 ist die Senderkoppelungsspule und 4 der Prüfdetektor, während 7 die Koppelungsspule des Empfängers und 6 den Empfangsdetektor bedeutet. Der Prüfschalter 9 kann dabei zwangläufig mit dem Antennenumschalter verbunden sein.

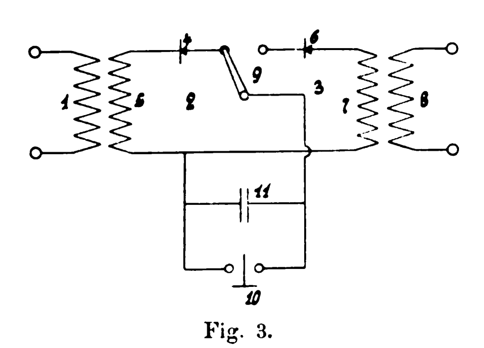


Fig. 3.

Eine Anordnung zur Bestimmung der Wellenlänge und Beobachtung von Schwingungsvorgängen in einem elektrischen Schwingungssystem betrifft das D. R. P. Nr. 254384 der Dr. Erich F. Huth G. m. H. in Berlin. Bei dieser Anordnung rotiert ein Indikator synchron mit einer sich periodisch ändernden Größe über einer in Wellenlängen geeichten Skala. Die Kennzeichen bestehen darin, daß als Indikator eine Glimmlichtröhre zur Verwendung kommt. Hierdurch ist es ermöglicht, die Resonanzkurve abzubilden und auf diese Weise direkt den Dämpfungsgrad anzuzeigen.

Dieselbe Gesellschaft und Dipl.-Ing. Hans Behne in Berlin haben sich durch D. R. P. Nr. 255817 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Anzeigen und Messen periodischer Schwingungen durch Resonanz schützen lassen, bei denen das oder die von den Schwingungen erregten Systeme in ihrer Eigenschwingung verändert werden und die Energie ihrer Schwingungen in bekannter Weise angezeigt wird. Die Kennzeichen des Verfahrens bestehen darin, daß der anzeigende Teil des Indikators entsprechend der Veränderung der Eigenschwingung in einer bestimmten Bahn bewegt wird, wobei durch das Ansprechen des Indikators eine Ablenkung aus dieser Bahn erfolgt. Die Vorrichtung ist in Fig. 4 in Aufriß und in Fig. 5 in Draufsicht dargestellt. Dabei wird das Schattenbild der von der Lichtquelle *a* belichteten Saite *b* eines Saitengalvanometers durch den Spalt *c* hindurch auf den Spiegel *d* geworfen und von diesem nach der Linie *e* auf die Skala *f* reflektiert. Der Spiegel *d* ist auf der Achse *g* der Drehplatten *h* eines rotierenden Kondensators befestigt, durch den die Eigenschwingung des Meßsystems periodisch verändert wird. Beim Rotieren des Kondensators beschreibt das punktförmige Bild der Saite auf der Skala einen Kreis *i*. Beim

Ansprechen des Instrumentes wird das Bild der Saite aus seiner Bahn abgelenkt in der Weise, daß der Punkt immer an der Stelle seiner Bahn, die der Resonanz mit der jeweilig erregenden Schwingung entspricht, eine Resonanzkurve kl beschreibt. Wird die Skala entsprechend geeicht, so kann man an diesen Stellen die Wellenlänge unmittelbar ablesen. Der Spiegel kann auch so klein gewählt, bzw. so angeordnet werden, daß der Lichtzeiger nur im Augenblick des Ansprechens auf ihn fällt. Statt der geeichten Skala kann auch eine

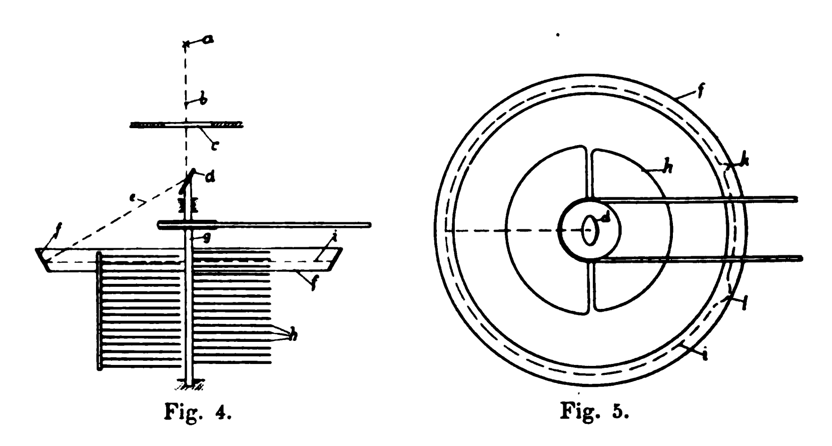


Fig. 4. Fig. 5.

Signalscheibe verwendet werden, wenn man die Vorrichtung zur Übertragung von Kommandos benutzen will, wobei jedem Kommando eine besondere Schwingungszahl zugeordnet ist. Soll der anzeigende Teil zum Auslösen irgendeiner Bewegung oder z. B. zum Stillsetzen eines entsprechend der Veränderung der Eigenschwingung des Empfangssystems bewegten Organes dienen, so kann dies entweder unmittelbar geschehen oder mittelbar dadurch, daß durch den anzeigenden Teil ein Lokalstromkreis geschlossen wird. Bei einem Instrument mit Lichtzeiger werden zu diesem Zwecke in an sich bekannter Weise Lichtrelais (Selenzellen) angewendet.

Einen Luftleiter in Drahtform für Stationen der drahtlosen Telegraphie mit Wechselstromerzeugern hoher Frequenz betrifft das D. R. P. Nr. 254347 von Emile Girardeau in Paris. Hierbei besteht der Leitungsdraht aus zwei Teilen, und zwar aus einem senkrechten Teil, welcher den wirksamen (wellenausstrahlenden) Teil bildet, und aus einem horizontalen Teil, der keine Wellen ausstrahlt, sondern lediglich zur Vergrößerung der Wellenlänge dient. Letzterer besteht nun nach

der Erfindung aus einem Leitungsdraht, der in Form einer horizontalen Spirale gespannt ist.

Die Firma Hein, Lehmann & Co. Akt.-Ges. in Berlin-Reinickendorf hat sich durch D. R. P. Nr. 254682 eine Luftleiteraufhängung für funkentelegraphische Stationen mit großer Reichweite schützen lassen. Die Anordnung ist aus Fig. 6 ersichtlich. Die am oberen Mastende (3) aufgehängten Antennendrähte (4) werden dabei an ihrem unteren Ende über Rollen, Walzen u. dgl. (5) geführt und sind mittels

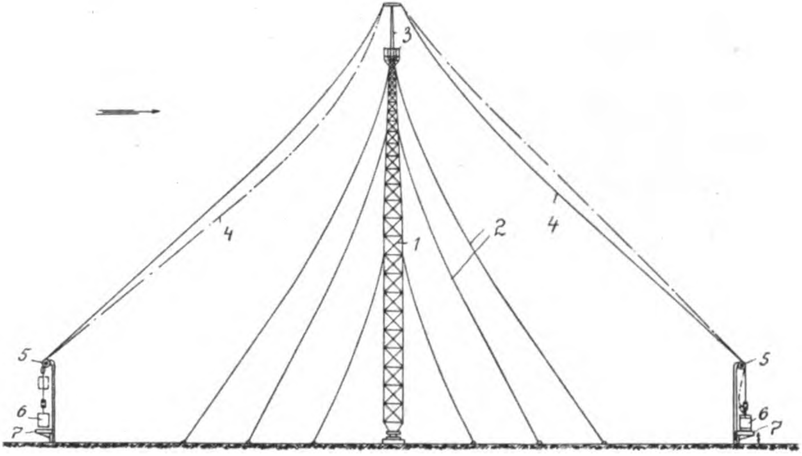


Fig. 6.

frei hängender Gewichte (6) derart belastet, daß bei Winddruck die auf der Leeseite befindlichen Drähte durch Aufsetzen ihrer Gewichte auf unterhalb derselben angeordnete Plattformen (7) entlastet werden und so der durch den Winddruck auf die Mastspitze ausgeübte Horizontalschub durch die auf der Luvseite befindlichen, unter dem Einfluß des Windes eine verstärkte Durchhängung aufweisenden Drähte, bzw. deren Gewichte aufgenommen wird; hierdurch wird erreicht, daß nie eine diese Gewichte übersteigende Spannung in den einzelnen Luftleitungsdrähten auftreten kann. Die Antennendrähte (4) sind dabei mit ihren oberen Enden an einem geeigneten langen, biegsamen oder pendelnd gelagerten starren Spitzenteil (3) des Mastes (1) befestigt.

Eine Vorrichtung zur stetigen Änderung der Selbstinduktion, insbesondere für die Zwecke der Hochfrequenztechnik betrifft das D. R. P. Nr. 254242 der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin. Diese Vorrichtung besteht aus gegeneinander beweglichen

Flachspulen, und zwar sind diese Flachspulen parallel geschaltet und entgegengesetzt gewickelt, derart, daß zwischen denjenigen Leiterteilen der Spulen, die bei der Stellung für kleinste Selbstinduktion nebeneinander zu liegen kamen, keine oder nur eine unerhebliche Spannungsdifferenz auftreten kann. Ein Ausführungsbeispiel ist in Fig. 7 in Ansicht und in Fig. 8 im Querschnitt dargestellt. Die einzelnen Windungen der Spulen sind dabei als konzentrische Kreise ausgebildet,

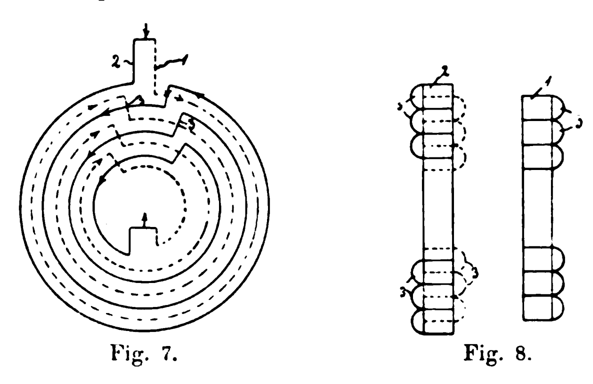


Fig. 7. Fig. 8.

die derart zueinander angeordnet und miteinander verbunden sind, daß sie in der Stellung der kleinsten Selbstinduktion ganz oder nahezu ganz ineinander hineingeschoben werden können. Damit dieses Ineinanderschieben möglich ist, sind die Windungen der Spulen als konzentrische Kreise mit genügend weitem Abstand der einzelnen Windungen voneinander ausgebildet. Die Windungen jeder Spule sind an den außen liegenden Seiten durch Leitungen 3 und die beiden Spulen sind außerdem am Anfang und am Ende miteinander verbunden, so daß sie zueinander parallel geschaltet sind.

(Eingesandt 15. Februar 1913.)

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

(Die Redaktion behält sich die Besprechung einzelner Werke vor.)

T. S. F. Revue Mensuelle de Radiotélégraphie et Radiotéléphonie No. 1. Redaction 36 Rue de Mons, Valenciennes (Nord) 1913. Le numéro F.—.75

Telefunken-Zeitung. 2. Jahrgang Nr. 9. Dezember 1912.

W. J. White, Wireless Telegraphy and Telephony. 2[d] edition. Verlag Whittacker & Co., London. 2 s. 6 d. net.

K. A. Schreiber, Theorie, Berechnung und Untersuchung von Transformatoren. Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1912. M. 8.40

Gustav Benischke, Die Grundgesetze der Wechselstromtechnik. Heft 3 der Sammlung: Elektrotechnik in Einzeldarstellungen. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1912. M. 5.80

Richard Albrecht, Die Akkumulatoren für Elektrizität. Sammlung Göschen Nr. 620. Geb. M. —.90

G. Mahler, Physikalische Formelsammlung. Sammlung Göschen Nr. 136. G. J. Göschensche Verlagshandlung Leipzig 1912. Geb. M. —.90

A. Miethe (Herausgeber), Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert. 4. Band. Das Verkehrswesen. Die Großfabrikation. Verlag George Westermann, Braunschweig. Geb. M. 15.—

H. Thurn, Die Funkentelegraphie. 2. Aufl. „Aus Natur u. Geisteswelt“. Band 167. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig 1913. Geb. M. 1.25

H. Hausrath, Apparate und Verfahren zur Aufnahme und Darstellung von Wechselstromkurven und elektrischen Schwingungen. Verlag von Hachmeister & Thal, Leipzig 1913.

AEG-Zeitung, XV. Jahrg. Nr. 8, Februar 1913.

„Die Naturwissenschaften“, Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik (zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten „Naturwissenschaftlichen Rundschau“); herausgegeben von Dr. Arnold Berliner und Dr. Curt Thesing. Verlag von Julius Springer, Berlin W 9. Heft 1—5, 1913. M. 24.— per Jahrgang.

The Marconigraph, Vol. II, No. 23, Februar 1913.

T. H. Aspestrand, Der Dynamobau. Polytechn. Verlag von M. Hittenkofer, Strelitz 1912. M. 6.—

Hans Busch, Stabilität, Labilität und Pendelungen in der Elektrotechnik. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1913. M. 6.—, geb. M. 7.—

Max Planck, Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung. 2. Aufl. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1913. M. 7.—, geb. M. 7.80

Carl Linde, Physik und Technik auf dem Wege zum absoluten Nullpunkt der Temperatur, Festrede in der K. Akad. d. Wissensch. (München) am 16. November 1912. Verlag d. K. B. Akademie der Wissenschaften (in Kommission des G. Franzschen Verlags) in München 1912.

Pierre Corret, Télégraphie sans fil. Réception des signaux horleires et des télégrammes météorologiques. Maison de la Bonne Presse, Paris 1912. F. 1.—

W. Weiler, Elektrizität und Magnetismus. 3. Aufl. Verlag von J. F. Schreiber, Esslingen u. München. Geb. M. 5.—

Otto zur Linde Herausgeber: Charon. Februar 1913. Charonverlag. M. 1.50 vierteljährlich.

(Eingesandt 15. Februar 1913.)

Literaturverzeichnis.

Addenbroke, G. L., Electrician **70**, 673, 1913. The properties of dielectrics in alternating-current fields (Gutta-Percha) [Niederfrequenz].

Arco, Georg Graf, Electrician **70**, 811, 1913. Trans-Pacific Wireless Transmission. The efficiency of the arc. High-speed telegraphy [vgl. auch daselbst S. 853. The Anglo-French Wireless Co. Ltd. (Goldschmidt-Patente), ferner daselbst S. 729/730. Replik von G. W. O. Howe u. A. A. Campbell Swinton und S. 892 W. Dubilier u. S. 931 C. F. Elwell].

Balsillie, J. G., Electrician **70,** 679, 1913. The Balsillie wireless system.

Bialobjeski, Tcheslas, Elektrot. Ztschr. **34,** 38, 1913. Über die Theorie der Dielektrika.

Blondel, A., C. R. Tome **156,** 371, 1913. Sur l'origine de la télégraphie sans fil par étincelles musicales.

Crawley, C. G., Electrician **70,** 808, 1913. Wireless atmospherics in the Mediterranean.

Culver, Charles A., Electrical World **60,** 1319, 1912. Efficiency of „earths" in radiotelegraphy.

Dobrowolsky-Dolivo, M., Elektrot. Ztschr. **34,** 113, 1913. Über Verwendung von Eisen in elektrischen Meßinstrumenten.

Eccles, W. H., Electrician **70,** 669, 1913. Resonance in wireless telegraphy (A comparison between spark systems and continuous wave systems).

Eichhorn, Gustav, „Die Naturwissenschaften", Heft 4, 1913. Über Stoßerregung elektrischer Schwingungen in der Radiotelegraphie und ihre Vorzüge.

Electrician 70, 838, 1913. Long-distance wireless telegraph stations of the U. S. Government.

Erb, Fr., Elektrot. Ztschr. **34,** 151, 1913. Über die Ausbreitung Hertzscher Wellen an Metallen und Salzlösungen (Ref. nach der Diss., Braunschweig 1912).

Goldberg, Prometheus Nr. 1214, 1215, 1913. Die drahtlose Telegraphie in und mit unseren Kolonien.

Gradenwitz, A., Prometheus Nr. 1212, S. 251, 1913. Der Froschschenkeldetektor für elektrische Wellen.

Grover, F. W., Elektrot. Ztschr. **34,** 42, 1913 (Ref. ü. Bull. Bur. of Stand. 7, 495, 1911). Kapazität und Verlustwinkel von paraffinierten Papierkondensatoren als Funktionen der Temperatur und Frequenz.

Helios 19, 326, 1913. Isolator für die Zwecke der Hochfrequenztechnik.

Henning, Helios Nr. 3, S. 120, 1913. Die Wommelsdorfsche Kondensatormaschine und ihre Anwendung.

Hodgson, M. B., s. Tuck, Davis H.

Hoepp, Wilhelm, Elektrot. Ztschr. **34,** 33, 55, 1913. Über Unterbrechungslichtbogen bei elektrischen Schaltapparaten.

Jégou, Paul, C. R. Tome **156,** 385, 1913 u. La Lum. Él. Nr. 8, S. 239, 1913. Phénomènes mis en jeu dans le détecteur électrolytique sans force électromotrice auxiliaire et considération théorique sur le fonctionnement des détecteurs électrolytiques.

Kock, F., Helios **19,** 49, 71, 1913. Die Methoden zur Frequenzvervielfältigung und ihre Anwendbarkeit zur Erzeugung hoher Frequenzen.

Kotelow, K. J. v., Ber. D. Phys. Ges. **14,** 1115, 1912. Über das luftelektrische Feld in Jekaterinoslaw während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912.

Meurer, Friedrich, Elektrot. Ztschr. **34,** 121, 1913. Eine neue Methode zur Analyse periodischer Kurven.

Morris-Airey, H., Electrician **70,** 770, 1913. Trans-Pacific wireless transmission. The efficiency of the arc.

Reinhard, E., Elektrot. Ztschr. **34,** 128, 1913 (nach Electrician **68,** 341, 1911). Erschließung des Amazonenstromgebietes durch die drahtlose Telegraphie (Telefunken).

Romanoff, W., Ann. Phys. **40,** 281, 1913. Über selektive Absorption elektromagnetischer Wellen.

Schmidt, J., Helios **19**, 58, 65, 81, 89, 101, 118, 1913 (vgl. Helios Nr. 20—22, 1912). Die Resonanzinstrumente, ihre konstruktive Entwickelung und Anwendungsgebiete.

Smith, H., Electrician **70**, 711, 1913. On the best use of a condenser when used as a shunt to a telephone in wireless telegraphy.

Traubenberg, Heinr. Rausch von, Ann. Phys. **40**, 249, 1913. Beiträge zur Strahlung und zur Energieverteilung beim elektrischen Entladungsfunken hoher Frequenz.

Tuck, Davis H. u. **Hodgson, Millard B.,** Ztschr. f. Schwachstromtechnik, Heft 24, S. 648, 1912. Die neue Radiostation beim Fort Meyer in Virginia.

Wanach, B., Die Naturwiss., Heft 2, S. 35, 1913. Bericht über eine internationale Zeitkonferenz in Paris im Oktober 1912.

Wesely, Adalbert, Physik. Ztschr. **14**, 76, 1913. Über den Widerstand zwischen Metall und Kristall an ebenen Grenzflächen.

Zehnder, L., Schweiz. Elektrot. Ztschr. **10**, 25, 1913. Über die Beseitigung der Antennen bei der drahtlosen Telegraphie.

(Eingesandt 15. Februar 1913.)

Namenregister.

(O. = Originalabhandlung, M.P. = Mitteilungen aus der Praxis, D. = Detektoren, R. = Referate, P. = Patentschau, Br. = Briefe an die Redaktion.)

Metzger & Wittig, Leipzig.



